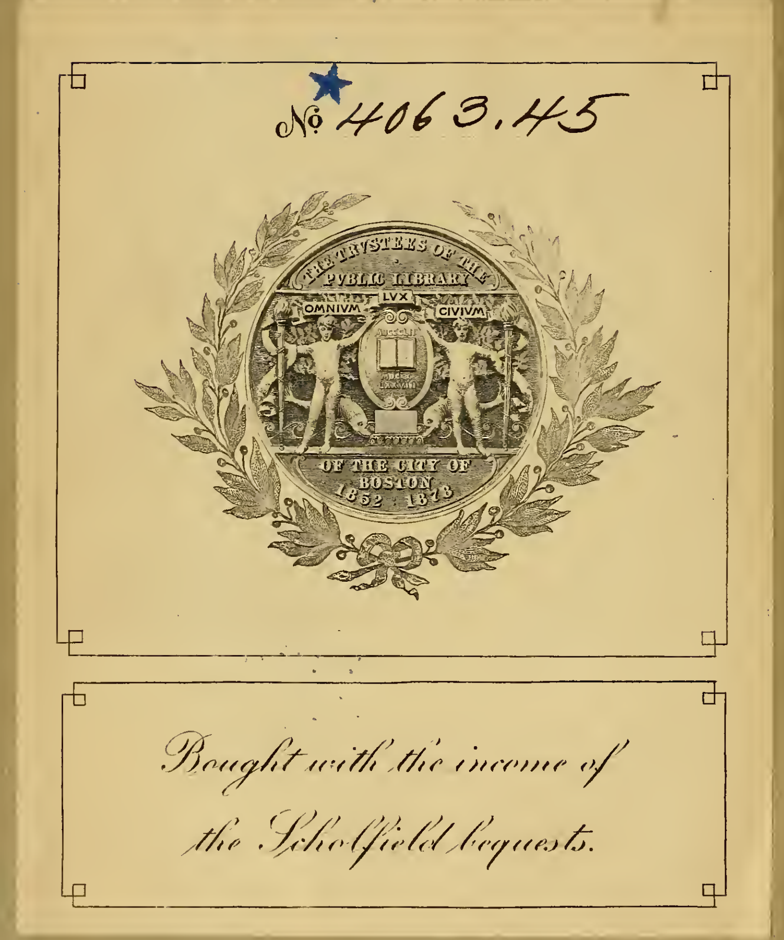

THE TRVSTEES OF THE
PVBLIC LIBRARY
LVX
OMNIVM
CIVIVM
OF THE CITY OF
BOSTON
1852 · 1878

AUL RICHER

Physiologie Artistique



ARIS. Aulanier et Cie, Éditeurs, 1896.

PHYSIOLOGIE ARTISTIQUE

DE L'HOMME EN MOUVEMENT

DU MÊME AUTEUR

Les démoniaques dans l'art en collaboration avec M. le Professeur CHARCOT), in-4°, 1887.

Les difformes et les malades dans l'art (en collaboration avec M. le Professeur CHARCOT), in-4°, 1889.

Anatomie artistique. Description des formes extérieures du corps humain au repos et dans les principaux mouvements. In-4°, avec 110 planches dessinées par l'auteur, 1890. (Ouvrage couronné par l'Académie des Sciences, prix Montyon, 1891, et par l'Académie des Beaux-Arts, prix Bordin, 1894.)

Canon des proportions du corps humain. In-8°, 1893.

ÉVREUX, IMPRIMERIE DE CHARLES HÉRISSEY

PHYSIOLOGIE ARTISTIQUE

DE

L'HOMME EN MOUVEMENT

PAR

Le Dr PAUL RICHER

Chef de laboratoire à la Faculté de médecine,
Lauréat de l'Assistance publique, de la Faculté et de l'Académie de médecine
Lauréat de l'Institut de France, Membre de la Société de Biologie.

« *Il faut trouver le secret du beau*
par le vrai. »
INGRES

Avec 123 figures dans le texte, dessinées par l'auteur
ET SIX PLANCHES EN PHOTOTYPIE HORS TEXTE

PARIS
AULANIER ET Cie, ÉDITEURS
13, RUE BONAPARTE, 13
(En face l'École des Beaux-Arts.)

1896

Schl.
June 24, 1896
H

AVANT-PROPOS

Dans le présent livre, je suppose connues du lecteur toutes les notions anatomiques et morphologiques élémentaires à propos desquelles je renvoie à mon *Anatomie artistique*. Ceci m'a permis d'être bref et de réunir sous un petit volume un grand nombre de notions importantes sur ce que j'appelle la *physiologie artistique*.

Nous étudierons, d'abord, au point de vue spécial de la mécanique humaine, les agents du mouvement, les os et les muscles ; c'est la physiologie du mouvement.

Puis nous considérerons les modifications, que les différents états physiologiques des muscles, contraction, relâchement, distension, entraînent dans les formes extérieures des parties.

Ces notions préliminaires et générales établies, nous aborderons l'étude des différents problèmes que soulève la mécanique humaine ; c'est d'abord les différentes attitudes de la station, puis les mouvements.

La station sera étudiée en détail dans ses différents modes : station droite, station hanchée, station sur un pied, station à genoux, station assise, etc.

Les mouvements doivent être divisés en deux grandes classes : mouvements partiels et mouvements d'ensemble. L'étude des premiers a déjà été faite dans mon *Anatomie* et je n'ai pas à y revenir ici.

Les mouvements d'ensemble comprennent tous les mouvements coordonnés en vue d'un but déterminé.

Ils sont naturellement fort nombreux. On peut distinguer : les mouvements de locomotion, les mouvements que l'on désigne sous le nom d'exercices physiques du corps, les mouvements professionnels, etc. On comprendra que je ne puisse entrer ici dans l'étude détaillée de toutes ces diverses catégories de mouvements dont chacune pourrait former la matière d'un volume. J'ai pensé qu'il suffisait pour l'instant et dans un livre élémentaire auquel je désire conserver des proportions restreintes, de nous borner à l'étude des mouvements dont le mécanisme est le plus difficile à saisir, en même temps qu'ils sont les plus usuels et les plus importants à connaître pour les artistes, à savoir les divers modes de la locomotion.

Chacun des sujets traités sera considéré sous deux faces : étudié d'abord au point de vue mécanique et physiologique, il le sera ensuite au point de vue des formes extérieures.

Dans cette dernière intention, j'ai fait avec mon ami

M. Albert Londe, le très habile chef du service photographique à la Salpêtrière, un très grand nombre de chronophotographies non seulement des différents modes de locomotion, mais aussi de toutes sortes de mouvements. La plupart des dessins qui illustrent cet ouvrage ont été faits d'après ces photographies. Mais j'ai tenu à en reproduire ici quelques-unes à titre de spécimen et aussi pour mettre entre les mains du lecteur la preuve irréfutable de quelques assertions nouvelles que contient le texte.

D'ailleurs, le document photographique lui-même nous a paru avoir une telle importance pour les artistes que nous avons pensé, M. Londe et moi, qu'il y avait grand intérêt à le mettre tel quel à leur disposition. Ainsi avons-nous réuni cinquante d'entre nos meilleures chronophotographies, pour en composer un atlas spécial de physiologie artistique dans lequel les artistes pourront saisir sur le vif la forme en mouvement, et qui, sans présenter avec ce modeste ouvrage aucun lien nécessaire, en devient cependant la plus belle et la plus complète illustration [1].

Mon excellent ami, M. le professeur Raymond, appelé récemment à continuer l'enseignement des maladies du système nerveux dans la chaire de clinique de la Salpêtrière, a bien voulu conserver à ces études de morphologie humaine l'importance que Charcot leur avait

[1] Cet Atlas actuellement sous presse, édité également avec tout le soin et le luxe désirables par M. O. Doin, paraîtra très prochainement.

attribuée en neuro-pathologie. Comme son illustre prédécesseur, il a pensé que les médecins n'étaient point les derniers intéressés à bien connaître le « nu » normal afin d'être mieux en état d'apprécier les déviations pathologiques de la forme. Qu'il reçoive ici pour son affectueux appui mes bien sincères remerciements.

Paul RICHER.

Janvier 1895.

PHYSIOLOGIE ARTISTIQUE

DE

L'HOMME EN MOUVEMENT

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

RAPPORTS DE LA SCIENCE ET DE L'ART. — UTILITÉ DES ÉTUDES ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES POUR LES ARTISTES. — DISTINCTION ENTRE L'ANATOMIE ET LA MORPHOLOGIE. — LE DOCUMENT PHOTOGRAPHIQUE. — QUELQUES MOTS SUR LES PROPORTIONS DU CORPS HUMAIN. — CANON ARTISTIQUE ET CANON SCIENTIFIQUE.

Il est des personnes que le simple rapprochement de la science et de l'art effraye, et qui protestent à la seule pensée de la science s'introduisant dans le domaine de l'art.

Elles se disent qu'il est vraiment impossible de réunir deux termes aussi opposés, de concilier deux choses aussi dissemblables : d'un côté, l'art né de l'inspiration, où tout est convention et fantaisie, dont tous les efforts tendent à manifester l'idéal, et de l'autre, la science née de l'observation patiente et méthodique des faits, où tout est règle et mesure, et dont l'unique souci est la constatation du réel. C'est d'inspiration, pensent-elles, que travaille l'artiste, et

tout bagage scientifique lui est plutôt nuisible qu'utile. Trop de savoir ne peut qu'arrêter le libre essor du génie. Bien loin d'aider l'art, la science ne peut que l'étouffer.

Serait-il vrai qu'il y ait ainsi antagonisme et lutte ouverte entre l'art et la science? Et en face des conquêtes toujours nouvelles de celle-ci, celui-là, dans un temps plus ou moins reculé, est-il condamné à disparaître? L'excès de la civilisation doit-il à jamais chasser la poésie? Le progrès industriel, en remplaçant l'homme par la machine, doit-il un jour tuer l'art? Certains le pensent, et un éminent philosophe, dont les lettres pleurent la mort récente, a pu dire : « Il viendra un temps où le grand artiste sera une chose vieillie, presque inutile ; le savant, au contraire, vaudra de plus en plus. »

Cette assertion, certes, mérite qu'on la réfute. — Sans avoir la prétention de traiter à fond une telle question qui touche au vif les intérêts de l'art et exigerait de longs développements, je désire présenter ici quelques observations pour mettre en lumière les liens étroits et puissants qui unissent l'art et la science et sont pour les deux une cause de progrès. Bien loin d'être appelé à disparaître devant le progrès scientifique, c'est dans la science, pensons-nous, que l'art doit trouver son plus ferme appui, ses plus puissants motifs de renouveau et ses vraies causes d'éternelle jeunesse.

I

Je veux d'abord montrer qu'il n'y a pas opposition entre les qualités intellectuelles du savant et celles de l'artiste,

et que ces deux hommes, en apparence si différents, ne sont pas si éloignés l'un de l'autre que certaines idées courantes pourraient le faire supposer.

Si nous analysons, en effet, les facultés du savant (je parle de celui qui mérite véritablement ce titre), nous y découvrirons les affinités les plus étroites avec les dons, avec les aptitudes artistiques.

Chez le savant, l'étude patiente et régulière des faits n'exclut point l'usage des facultés créatrices de l'esprit. Bien au contraire, cette étude ne saurait conduire à rien sans une certaine dose d'intuition et, pour ainsi dire, de divination qui, dans un fait des plus vulgaires, fait entrevoir de merveilleuses conséquences. Galilée remarque un jour, dans l'église de Pise, les oscillations isochrones d'une lampe suspendue à la voûte, et il découvre les lois du pendule. C'est en voyant une pomme tomber d'un arbre que Newton conçoit la première idée de la gravitation universelle et du système du monde. Et cependant, avant ces grands hommes, que de gens avaient vu les fruits tomber des branches et les lampes se balancer aux voûtes des églises ! Qu'avait-il donc manqué pour transformer ces faits vulgaires en grandes découvertes ? Il avait manqué chez les observateurs cette faculté créatrice qui est le propre du génie, quel que soit le domaine où se manifeste son activité.

Mais laissons de côté ces manifestations éclatantes du génie qui, dans la marche vers le progrès, ne se produisent qu'à de rares intervalles ; et que deviendraient, dans l'humble labeur de chaque jour, l'*observation* et l'*expérimentation*, — qui sont les deux grands procédés scientifiques, — sans l'imagination qui, créant de nouvelles formes, inven-

tant de nouvelles circonstances, variant le déterminisme en un mot, les féconde et les vivifie? « La science, dit Leibniz, veut un certain art de deviner sans lequel on n'avance guère. »

Et, parmi les autres procédés en usage dans la science, que dirons-nous de l'*analogie*, qui est pour les sciences naturelles un des meilleurs instruments de progrès, si ce n'est qu'elle peut être souvent regardée, suivant l'expression de M. G. Séailles, comme « l'audace heureuse de l'imagination poétique ». Enfin, cette sorte de divination des causes qui est l'*hypothèse*, — ce merveilleux outil de progrès scientifique, — n'exige-t-elle pas également ces facultés d'invention et de création qui semblent l'apanage exclusif des adeptes de l'art?

Si, d'autre part, nous analysons les qualités qui font le véritable artiste, nous y trouverons de nombreux points de contact avec celles qui font le savant.

Tous deux également épris des œuvres de la nature, admirateurs passionnés des spectacles qu'elle déroule incessamment sous leurs yeux, ce dernier ne peut-il envier cette aptitude à l'observation, cette justesse du coup d'œil, cette faculté de discernement, cette juste notion des rapports, ce pouvoir de reconstitution et de synthèse qui font des artistes les plus habiles et les meilleurs observateurs?

Et d'ailleurs l'expérience ne vient-elle pas justifier cette manière de voir? Il suffit d'ouvrir l'histoire et d'y lire les noms d'Albert Dürer, de Michel-Ange et surtout de Léonard de Vinci, pour montrer que de grands artistes ont pu être à la fois de grands savants.

Mais j'ajoute qu'il n'y a pas plus incompatibilité entre

l'art et la science qu'il y a opposition entre l'esprit scientifique et l'esprit artistique, ou autrement dit que les connaissances que peut acquérir un artiste ne sauraient nuire à l'excellence de ses productions. Les grands noms que je viens de nommer en sont, à vrai dire, la meilleure preuve. C'est la preuve par le fait, et nous pourrions nous en contenter. Mais allons plus loin.

Ne nous laissons pas effrayer par les mots. Qu'est-ce que la science ? « Après tout, dit Jean Collier, science signifie simplement savoir ; dire que quelqu'un a une connaissance scientifique d'un sujet, signifie qu'il le connaît parfaitement. Et il est difficile d'admettre aujourd'hui qu'un homme s'adonnant à un travail quelconque le réussisse d'autant moins qu'il a plus de matériaux à sa disposition. »

Et c'est pourquoi, ainsi que je le disais tout à l'heure, non seulement la science n'est pas une entrave pour l'art, mais, au contraire, devient pour lui le meilleur guide et le plus sûr soutien.

« Il faut, a dit un grand peintre contemporain, trouver le secret du beau par le vrai. » Mot profond, qui résume toute la théorie de l'art. C'est-à-dire que l'étude du vrai, ou la science, est le grand moyen pour l'art d'atteindre sa fin qui est l'expression du beau.

L'histoire est là pour nous montrer que cet amour de la vérité, ce culte de la nature se retrouvent à toutes les grandes époques de l'art et ont toujours été une des conditions de sa pleine floraison. C'est ainsi que l'antiquité grecque, qui a laissé dans l'art une trace si glorieuse, attachait le plus grand prix à l'imitation *exacte* du modèle. L'histoire des raisins de Zeuxis, celle du cheval d'Apelle

et bien d'autres en sont des preuves. Il n'en est pas de plus topique que celle qui concerne le sculpteur Myron. Je l'emprunte au livre d'Éméric David sur la statuaire grecque.

Le sculpteur Myron, un des émules de Phidias, avait fait une vache. Elle était si vraie que les troupeaux, disait-on, s'y trompaient. Anacréon dit de cette figure : « Berger, mène paître tes vaches plus loin, de crainte que tu n'emmènes avec elles celle de Myron. — Non, Myron ne l'a pas modelée ; le temps l'avait changée en métal, et il a fait croire qu'elle était son ouvrage. — Si ses mamelles ne contiennent point de lait, c'est la faute de l'airain ; ô Myron, ce n'est pas ta faute ! »

Nous pourrions multiplier les citations analogues : « Pour réunir enfin, dit Éméric David, dans une même allégorie le précepte le plus important de l'art et son plus bel éloge, on inventa la fable de Pygmalion. »

Plus tard, au seuil de la Renaissance, Cennino Cennini écrit : « La véritable entrée de l'art est la porte triomphale de la nature. » Et est-il nécessaire de rappeler ici que les deux grandes causes de cette résurrection de l'art, de ce magnifique mouvement que l'on désigne sous le nom symbolique de « renaissance », ont été le retour aux traditions de l'antiquité, et surtout le culte fervent de la nature naguère proscrite, alors réhabilitée jusque dans l'épanouissement de la forme humaine si longtemps oubliée et méconnue, enfin ressuscitée glorieuse, pleine de vie et pleine d'attraits ?

Or, qu'est-ce que l'étude de la nature ? N'est-ce pas l'unique souci, l'unique préoccupation, l'unique but de la science ? Et cette représentation du vrai qui s'impose à l'ar-

tiste, par quels moyens peut-il y arriver? Il est de toute évidence que l'artiste parviendra d'autant plus sûrement à ce résultat tant souhaité, qu'il saura mettre à contribution l'expérience des observateurs qui l'auront précédé et qu'il utilisera, à son profit, cette somme de connaissances antérieurement acquises et méthodiquement coordonnées qui s'appelle *la science*.

Mais, Dieu me garde d'exagérer ici le rôle de la science. Ailleurs est le domaine où elle règne en maîtresse, ici sa place est de second plan. Elle est l'humble servante, et si elle prête à l'art ses plus fermes supports, jamais elle ne doit l'absorber, ni se substituer à lui. L'art est souverain.

Léonard de Vinci a bien défini les rapports de l'art avec la science dans une page que je citerai : « D'une manière générale, dit-il, la science a pour office de distinguer ce qui est impossible de ce qui est possible. L'imagination, livrée à elle-même, s'abandonnerait à des rêves irréalisables. La science la contient en nous enseignant ce qui ne peut pas être. Il ne suit pas de là que la science renferme le principe de l'art, mais qu'on doit étudier la science ou avant l'art ou en même temps, pour apprendre dans quelles limites il est contraint de se renfermer. »

C'est ainsi, — pour prendre un exemple qui nous ramène au sujet de ce livre, — que dans la représentation du corps humain, il est des lois que l'artiste ne saurait enfreindre, des limites que sa fantaisie ne saurait dépasser. L'anatomie, dans ces circonstances, est la science qui vient à son aide et lui prête un concours nécessaire pour la réalisation de ses plus belles comme de ses plus hardies conceptions.

II

Je n'ai pas à entreprendre ici une démonstration en règle pour prouver l'utilité des études anatomiques dans les arts. La question, d'ailleurs, est aujourd'hui résolue. Les grands exemples donnés par Michel-Ange, Léonard de Vinci, bien d'autres artistes — et non des moindres — qui firent de l'anatomie une étude approfondie, ont porté leurs fruits. Néanmoins, il y a encore, de la part de certains esprits, des réserves, des appréhensions qui, à notre avis, ne sauraient reposer que sur un malentendu.

Ces craintes ont été très nettement formulées par Diderot dans son *Essai sur la peinture :* « L'étude de l'écorché, dit-il, a sans doute ses avantages, mais n'est-il pas à craindre que cet écorché ne reste perpétuellement dans l'imagination ; que l'artiste n'en devienne entêté de se montrer savant... et que je ne retrouve ce maudit écorché même dans ses figures de femmes ?... »

Ch. Blanc raconte qu'un jour, Ingres, entrant dans son atelier, aperçut quelques-uns de ses élèves qui dessinaient à l'écart, d'après une réduction en plâtre de l'écorché de Houdon, et que, s'avançant aussitôt vers eux, il brisa la figure de plâtre. Ce grand maître entendait-il par là proscrire d'une façon absolue les études anatomiques ? — Non, bien certainement. — Comme Diderot, il en craignait les abus et voulait simplement en régler la méthode. Il entendait subordonner les études anatomiques à celles de la forme extérieure.

D'ailleurs, il dit très expressément, dans ses *Notes et Pensées*, qu'il est nécessaire de bien connaître le squelette et aussi de se rendre compte de l'ordre et de la disposition relative des muscles. Mais il ajoute : « Trop de science nuit à la sincérité du dessin et peut détourner de l'expression caractéristique pour conduire à une *image banale* de la forme. » Cette dernière phrase montre bien le rôle que cet artiste assignait à l'anatomie. Pour lui, ce n'était qu'un moyen d'arriver à une connaissance plus complète et plus précise de son modèle, c'est-à-dire du nu vivant et agissant.

En effet, il y a loin, plus loin qu'on ne pense généralement, entre l'anatomie et la morphologie, entre l'étude des parties constituantes du corps humain et sa conformation extérieure. Et le jeune artiste se tromperait étrangement qui croirait, parce qu'il sait par cœur son écorché, connaître à fond la forme humaine. Je vais peut-être surprendre. Et l'on doit penser généralement que celui qui a beaucoup disséqué, qui connaît jusque dans ses plus petits détails la structure du corps, possède, en outre, tout naturellement et comme par surcroît, l'entière connaissance de la forme extérieure.

Eh bien, non ; entre l'anatomie et le nu, il y a toute la distance du cadavre au vivant. Le médecin, l'anatomiste lui-même le plus exercé, a de singulières surprises si, sans autre préparation que ses connaissances puisées sur le mort, il est mis en présence de la nature qui vit.

C'est que l'anatomie, ainsi que son nom même l'indique, n'arrive à ses fins qu'à la condition de couper, de séparer les organes, d'en détruire les rapports; et ce cadavre qui est sa matière, sur lequel elle concentre ses efforts — avant

de devenir ce quelque chose qui n'a plus de nom dans aucune langue — commence, dès les premiers moments, à perdre l'accent individuel de la forme que seules peuvent donner la souplesse et la fermeté des tissus où circule la vie.

En un mot, l'étude de la forme est la synthèse vivante de l'anatomie du mort. Elle dépend bien plus de la physiologie que de l'anatomie. Elle repose, cela va sans dire, sur la science anatomique préalablement puisée dans l'étude du cadavre, mais elle en est jusqu'à un certain point indépendante. Une simple remarque fera bien comprendre la distinction que j'essaye d'établir ici.

Nous sommes tous composés des mêmes parties. Nous avons les mêmes organes, les mêmes tissus, les mêmes os, les mêmes muscles, etc. L'anatomie est la même pour nous tous. Combien, au contraire, la forme diffère avec chacun de nous ! Et je ne parle pas seulement du visage, mais du corps tout entier. Le corps, lui aussi, a sa forme et son expression caractéristiques. Nous reconnaissons facilement une personne vue de dos, quels que soient ses vêtements, et je pourrais dire malgré ses vêtements. L'anatomie est donc une généralisation, elle s'adresse à l'espèce ; la forme est particulière, elle s'adresse à l'individu.

Et voilà pourquoi Diderot redoute que ce maudit écorché, *toujours pareil à lui-même*, ne se retrouve dans toutes les figures de l'artiste. Voilà pourquoi Ingres dit que trop de science anatomique détourne de l'expression caractéristique, individuelle, pour conduire à une image banale de la forme, — pourquoi il brisait les statues d'écorchés qui ne sont, à tout prendre, que des généralisations, des abstractions scientifiques.

L'anatomie n'est pas un but pour l'artiste, qui n'a point à faire des écorchés, mais des hommes vivants. Elle n'est pour lui qu'un moyen d'arriver plus sûrement et plus rapidement à la connaissance du nu, à la notion exacte et éclairée de la forme individuelle. C'est conformément à ces principes que, dans un ouvrage récent sur l'anatomie artistique, j'ai tenu à consacrer une place très importante à la description et à la figuration de la forme extérieure [1].

C'est dans les mêmes idées qu'a été entrepris le présent ouvrage qui n'est en somme que la continuation ou pour mieux dire le complément du précédent. Après l'*anatomie des formes*, la *physiologie des formes*. Dans l'un comme dans l'autre de ces ouvrages, les notions anatomiques et physiologiques sont uniquement destinées à préparer l'étude étendue et aussi complète que possible de la morphologie humaine sous ses aspects les plus divers.

De même que pour comprendre la *forme au repos*, les connaissances anatomiques nous ont été indispensables, de même pour étudier *la forme en mouvement*, les notions physiologiques ne seront pas moins nécessaires. Cette étude de l'homme vivant a été abordée par les savants sous toutes ses faces. Bien entendu, nous n'emprunterons à la science des physiologistes que ce qui peut intéresser les formes extérieures, c'est-à-dire la mécanique du squelette et des muscles. Mais nous ne perdrons jamais de vue que notre principal objectif est l'étude de la forme, et cette recherche de la forme extérieure dans le mouvement jusqu'ici trop

[1] *Anatomie artistique. — Description des formes extérieures du corps humain au repos et dans les principaux mouvements.* In-4°, avec 110 planches renfermant plus de 300 figures. — Plon, éditeur, 1890.

négligée peut-être par les physiologistes n'aura pas seulement pour effet de rendre plus lumineuse et plus facile l'application aux Beaux-Arts, mais elle nous conduira, au point de vue exclusivement scientifique, à quelques résultats nouveaux et inattendus.

III

Lorsque le mouvement est lent, l'œil suffit pour en saisir et en étudier les différentes phases, mais aussitôt qu'il atteint une certaine vitesse, l'œil devient impuissant, et la forme qui se meut échappe complètement à notre investigation. C'est ici que la photographie qui fixe en une image durable le moment le plus fugitif d'un mouvement, nous rend les plus importants services. C'est grâce à elle que nous avons pu reprendre sur de nouvelles bases l'étude de toutes les questions de mécanique humaine si intéressantes pour l'artiste. Nous nous sommes servis de la méthode de la photochronographie inaugurée par M. Marey et mise à notre disposition, grâce à l'habile et dévoué concours de notre ami M. Alb. Londe. Cette méthode consiste à prendre, à des intervalles de temps égaux, une série plus ou moins grande d'images différentes et successives d'un même mouvement. C'est ainsi qu'un mouvement quelconque se trouve décomposé en un certain nombre d'images immobiles qui en constituent pour ainsi dire les diverses phases, et sur lesquelles l'étude de la forme peut être faite tout à loisir.

Cette méthode a déjà été employée avec avantage par

MM. Muybridge, Anschütz et Marey pour l'étude des mouvements du cheval dans ses diverses allures. L'étude des mouvements de l'homme par la même méthode n'a guère été entreprise jusqu'à présent que par M. Marey.

Mais ici se pose une question. La photographie instantanée, dont le haut intérêt scientifique est indiscutable, a-t-elle bien, au point de vue artistique, la même importance? Ne peut-elle, au contraire, induire l'artiste en erreur en lui faisant accepter, parce qu'elles sont vraies, les formes du mouvement les plus étranges et les plus inattendues? Il est bien certain que si toutes les images que l'instrument aveugle nous fournit des phases successives d'un même mouvement ont une valeur scientifique égale, il ne saurait en être de même de leur valeur esthétique. Il faut évidemment faire un choix. La photographie instantanée n'apporte à l'artiste qu'un document qu'il lui appartient d'apprécier en dernier ressort, mais un document de la plus grande valeur.

Ingres, dit-on, prétendait que l'artiste devait s'habituer à saisir assez vivement la silhouette du modèle en mouvement pour qu'il lui fût possible, *à la rigueur*, de dessiner de mémoire et sans faute un homme tombant d'un toit. Il y a là tout simplement une impossibilité physiologique. La mémoire ne peut garder ce que la rétine n'a pas pu recevoir. Mais cette image fugitive que l'œil est impuissant à percevoir, la plaque sensible la recueille, la fixe pour toujours et nous la livre dans son absolue vérité.

Mais en art, comme en toute chose, il n'est pas que la seule insuffisance toute physique de l'organe qui nous empêche souvent de voir juste et bien. Fromentin disait :

« Je ne vois bien que ce que je sais. » Cette phrase n'est pas seulement d'un grand artiste, elle est aussi d'un grand penseur. Rien n'est plus vrai. Car, comme le dit Montaigne, « c'est l'esprit qui oye et qui veoid ».

Peisse a dit sous une forme plus complète : « L'œil ne voit dans les choses que ce qu'il y regarde et il ne regarde que ce qui est déjà en idée dans l'esprit. »

C'est-à-dire que nous ne voyons les choses que comme nous avons appris à les voir, et nous ne retenons de l'image qui frappe notre rétine que ce qui est en accord avec l'image mentale préconçue créée par l'éducation, l'habitude ou les préjugés.

Voir les choses telles qu'elles se présentent à nous dans leur vérité absolue n'est point le fait d'un esprit vulgaire. La plupart des grandes découvertes n'ont pas d'autre origine.

La photographie instantanée peut nous rendre cet immense service de nous apprendre à voir. Lorsqu'ont paru les premières photographies instantanées des allures du cheval, l'étonnement fut grand, tellement ces images ressemblaient peu à ce que les artistes qui avaient fait du cheval une étude toute particulière, tels que Vernet et Géricault par exemple, nous avaient habitué à voir. C'était à croire que la photographie se trompait. Puis, retournant à l'observation de la nature elle-même, nous y avons découvert ces formes jusque-là insaisissables et restées inaperçues, mais que la plaque sensible avait si fidèlement enregistrées. Et les artistes qui, dans ces derniers temps, ont fait passer ces images dans leurs œuvres nous ont montré des chefs-d'œuvre de vie et de vérité. Notre œil se familiarise

maintenant avec ces formes nouvelles, et nous commençons à trouver que les chevaux de Vernet et de Géricault galopent mal.

Il en sera de même de la marche de l'homme. La formule artistique de l'homme qui marche n'a point trouvé sa consécration dans le document photographique. Nous verrons plus loin que l'attitude généralement donnée par les artistes aux figures qui marchent — le corps penché en avant, un membre inférieur porté en avant, demi-fléchi, posant à plain pied sur le sol, l'autre membre resté en arrière et ne touchant la terre que par les orteils — ne se retrouve dans la nature que lorsque la marche a lieu avec effort, comme il arrive lorsqu'il faut marcher contre un vent violent ou pousser un obstacle devant soi. Nous verrons également — fait pour le moins inattendu — que, dans ses caractères généraux, la marche à reculons se rapproche plus que la marche en avant du schéma créé par les artistes. La photographie instantanée nous fournit de l'homme qui marche des images absolument imprévues qui nous déconcertent, mais qu'il nous est loisible de retrouver si nous regardons ensuite la nature avec quelque peu d'attention. Il ne s'ensuit pas que l'artiste doive copier servilement toute image retenue par la plaque sensible. Certainement non. Mais il est incontestable que le document photographique aura appris à l'artiste à mieux voir la nature et par suite à mieux l'interpréter.

C'est là, en définitive, le but de la science appliquée aux beaux-arts.

IV

Nous pouvons trouver dans l'histoire des canons artistiques un autre exemple bien frappant de ce rôle de la science vis-à-vis de l'art.

Le mot canon vient du mot grec κανων, qui veut dire règle, et il prend, dans le langage des arts du dessin, le sens spécial de règle de proportion. « C'est un système de mesure, dit M. Guillaume, qui doit être tel que l'on puisse conclure des dimensions de l'une des parties à celles du tout, et des dimensions du tout à celles de la moindre des parties. »

C'est là une question qui, de tout temps, a fort préoccupé les artistes. A toutes les époques de l'art, nous voyons les plus grands maîtres y consacrer leurs efforts. Et les ouvrages sur la matière sont très nombreux.

Si nous étudions ces ouvrages, ou bien si nous recherchons, dans les œuvres des artistes, les applications qu'ils ont pu faire des différents préceptes qu'ils renferment, nous serons surpris de constater les divergences les plus radicales. Nous verrons que la figure humaine a été dotée des proportions les plus diverses et que le problème que soulève le canon humain a reçu, presque à toutes les époques de l'art, les solutions les plus différentes et les plus opposées. Doit-on s'en étonner? Certainement non.

En effet, qu'est-ce qu'un canon artistique? C'est tout simplement la réalisation, la mise en formule, si l'on veut, d'un certain idéal d'art, c'est-à-dire de l'idée que se fait son

auteur de la beauté plastique. Or, l'idéal varie avec les artistes, et chacun, suivant son tempérament ou son génie, se crée sa formule. J'ajouterai même qu'il doit en être ainsi, et qu'un canon artistique universellement accepté serait la pire des choses, puisqu'il emprisonnerait dans un moule unique toutes les formes de l'art et entraverait tout essor individuel.

Mais alors, en présence de ces variations du canon artistique, de ces représentations si diverses de la figure humaine, une idée ne vient-elle pas à l'esprit ? Quelles sont, en réalité, dans la nature, les proportions du corps humain ? Quelle en est la loi, la règle scientifique ? Et puisqu'un canon artistique ne saurait être une règle à suivre aveuglément, mais plutôt un thème à interpréter et à modifier, suivant le sentiment de chacun, n'y aurait-il pas pour l'artiste grand avantage à connaître les proportions vraies du corps humain ? Ainsi placé en face de la nature, ne gagnerait-il pas à spéculer directement sur elle, à pouvoir entreprendre une interprétation de première main pour ainsi dire, au lieu d'interpréter un canon artistique qui est déjà lui-même une interprétation ?

Il nous a semblé que c'était là un moyen de rendre à l'artiste toute son indépendance et de le délivrer, tout au moins en ce qui concerne la figure humaine, des entraves d'une formule toute faite et d'autant plus obsédante qu'elle s'autorise d'un nom plus illustre, — et cela en lui fournissant des bases scientifiques solides et assurées sur lesquelles il puisse, en toute liberté, asseoir ses propres conceptions.

La science plus directement en cause ici est l'anthropo-

logie, science née d'hier, pour ainsi dire, mais dont les progrès ont été si rapides.

Dès à présent, nous sommes en possession de matériaux suffisants pour établir un type scientifique des proportions du corps humain tout au moins en ce qui concerne la race blanche.

Et c'est pour mettre à la disposition des artistes ces résultats précis qu'il y a plusieurs années déjà j'ai composé une figure de proportion qui est à la fois un canon scientifique par les mesures absolues qu'elle comporte et un canon artistique par les rapports qui sont établis entre ses diverses parties [1].

Mais ce canon, tout en reposant sur des mesures réelles, n'est, en somme, qu'une abstraction. Il est fait de moyennes.

Il est comme le centre autour duquel gravitent les variations individuelles. Aussi, je le répète, comme tous les canons artistiques, il n'est point une règle à laquelle doivent s'astreindre les artistes, encore moins un modèle à reproduire dans leurs œuvres. Ils ne doivent y voir qu'un guide, en face de la nature, qui leur permettra d'apprécier, en toute connaissance de cause, les proportions des différents modèles qu'ils auront sous les yeux.

Au demeurant, l'étude de la nature contient tous les enseignements et pourrait certainement suffire à l'artiste. Mais combien de temps lui faudrait-il pour dégager ces enseignements de la multitude des faits et de la foule des observations? Pourquoi l'artiste, dédaigneux de l'expérience

[1] *Canon des proportions du genre humain*. Ch. Delagrave, éditeur, 1893. M. Delagrave a également édité une statuette en plâtre qui représente les proportions de l'homme moyen.

d'autrui, se chargerait-il pour son propre compte de refaire à lui tout seul la science? N'est-il pas logique qu'il mette à profit la somme des connaissances entassées par ceux qui l'ont précédé dans l'étude de la nature?

Cette moyenne, basée sur un nombre considérable d'individualités qui ne représente exactement aucune de ces individualités, et, d'autre part, se rapproche le plus de toutes à la fois, constitue, à vrai dire, comme la règle générale qui régit les rapports des diverses parties du corps entre elles, et qui guidera l'artiste dans l'étude de la nature qui s'impose à lui.

Que si maintenant l'on me demande dans quelle mesure l'artiste doit ou peut s'éloigner de ce type moyen, je répondrai que ce n'est point mon affaire, et que ce n'est point d'esthétique qu'il s'agit ici. De ce que, par exemple, le type moyen offre sept têtes et demie de haut, je ne prétends point qu'il faille proscrire les types de huit, neuf et même dix têtes, comme il en existe dans les œuvres des artistes. C'est là affaire de goût et d'idéal artistique. Là s'arrête le rôle de la science. Ici commence le domaine de l'art.

Car, comme je le disais tout à l'heure, la science ne doit pas être une entrave pour l'art. Elle n'a d'autre but que de lui assurer toute sa liberté d'action en le mettant en pleine possession de tous ses moyens d'expression. « Quels que soient les dons du génie, dit M. Guillaume, c'est grâce à des connaissances positives que l'on acquiert dans l'art cette sûreté sans laquelle la facilité ne serait rien. »

A notre époque surtout, où tout se transforme, l'art lui-même est entraîné dans ce grand mouvement qu'a créé le magnifique développement des sciences dans cette dernière

moitié du siècle. Tout se tient et s'enchaîne dans l'évolution de l'humanité vers le progrès, et l'art ne peut plus s'attarder dans l'imitation stérile du passé, dans la répétition surannée des anciennes formules.

Ce qui est l'idéal artistique d'une époque ne correspond plus à celui d'une autre époque dont l'esprit, les tendances, les sentiments sont différents. C'est ainsi que, comme la science, l'art croît toujours, cherchant la réalisation de nouveaux types plus en rapport avec le développement toujours croissant des connaissances et de l'intelligence générale. « La vie de l'art, a dit Lamennais, doit être cherchée non dans le passé qui ne peut renaître, mais dans ce qui germe et se développe au sein du présent. » C'est pourquoi l'art ne saurait plus se désintéresser des choses de la science qui tiennent aujourd'hui une si grande place dans la vie des sociétés. Et, pour conclure, nous dirons aux artistes : Travaillez, instruisez-vous, consultez la science ; il est des choses qu'il ne vous est plus permis d'ignorer. Sortez parfois de votre rêve, mêlez-vous au grand courant qui nous entraîne tous ; c'est dans le milieu qui vous entoure autant qu'en vous-mêmes que vous trouverez les formules de l'art nouveau. Mais n'oubliez jamais que l'art n'a point le même but que la science, qu'il n'est point chargé de nous instruire, qu'il ne doit être ni pratique ni utilitaire, et que sa mission est de nous entraîner à sa suite, loin des déboires, des misères ou des hontes de chaque jour, vers les hautes et pures régions qu'habite l'idéal.

CHAPITRE PREMIER

PHYSIOLOGIE DU MOUVEMENT

I

ORGANES PASSIFS DU MOUVEMENT. — SQUELETTE ET ARTICULATIONS

Je laisse à l'anatomie le soin de décrire avec détails les os et les articulations. Je n'en retiendrai ici que ce qui intéresse spécialement la physiologie du mouvement.

SQUELETTE

Les os, corps solides et résistants, qui forment la charpente de la machine humaine, sont les agents passifs, mais néanmoins indispensables, des mouvements que cette machine est susceptible d'exécuter. Sans les os, la chair n'aurait plus de soutien, et toute cette masse de muscles pourrait entrer en contraction sans produire aucun effet utile.

Considérés comme organes du mouvement, les os pré-

sentent des dispositions importantes éminemment favorables à l'exercice de leurs fonctions.

Ils sont composés d'une substance compacte (corps des

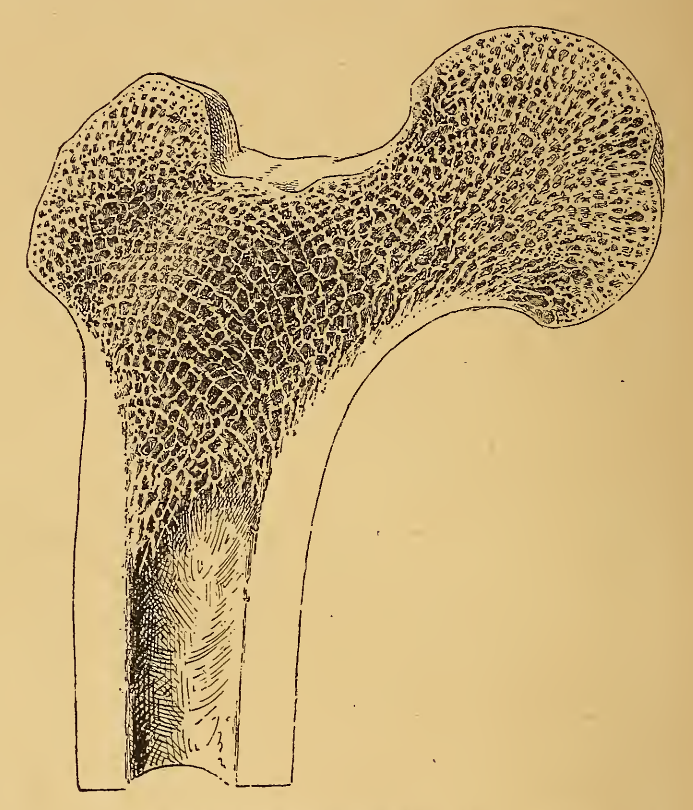


Fig. 1. — Fémur. Section de l'extrémité supérieure destinée a montrer la direction des travées osseuses.
(Figure empruntée au *Traité d'anatomie humaine* de M. Paul Poirier.)

os longs) et d'une substance spongieuse (extrémité des os longs et os courts). Et cette dernière est formée de lamelles osseuses groupées de manière à constituer des travées toujours dirigées suivant l'axe d'action des forces, pressions et tractions, qui agissent sur l'os (fig. 1). C'est ainsi que le

maximum de résistance a été obtenu avec le minimum de matière.

Les os longs des membres sont de véritables colonnes creuses particulièrement aptes à soutenir le poids des parties. Là encore cette disposition leur permet, avec le moins de matière résistante possible, c'est-à-dire avec le moins de poids, d'offrir le maximum de surface extérieure pour les insertions musculaires et le maximum de résistance aux causes d'écrasement.

Je signalerai, en outre, les renflements que présentent les extrémités des os longs. Cette disposition a pour effet d'agrandir les surfaces articulaires, de multiplier les points de contact entre deux os contigus et par suite de donner plus de stabilité aux articulations

Enfin ces renflements des têtes des os longs ont un autre avantage. Ils servent pour ainsi dire de poulie de réflexion aux tendons qui passent au-dessus d'eux et permettent ainsi aux muscles d'agir dans des conditions moins défavorables, en augmentant l'ouverture de l'angle qu'ils forment avec les leviers qu'ils sont destinés à mouvoir.

Les os sont réunis les uns aux autres au moyen des articulations qui les fixent, tout en leur permettant les déplacements les plus variés. Ainsi se trouve solidement constituée, bien que conservant une grande mobilité entre les divers segments dont elle se compose, la machine que les muscles viendront mettre en mouvement.

Nous allons entrer maintenant dans quelques détails, en étudiant les différentes pièces du squelette au point de vue spécial de la mécanique animale.

Le tronc est maintenu par la colonne vertébrale, ou rachis

qui forme le véritable centre du squelette (fig. 2). Le rachis

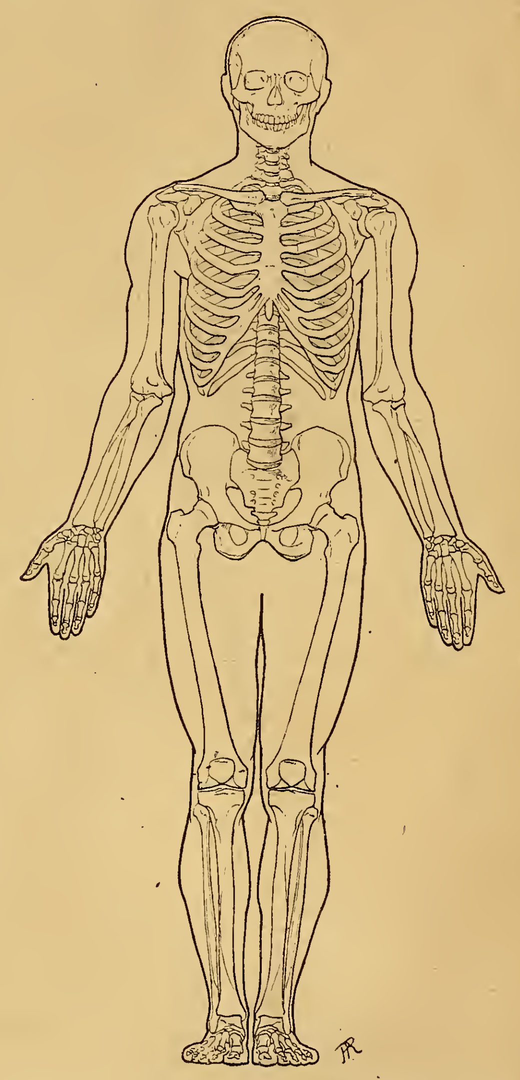


Fig. 2. — Squelette de l'homme, vue antérieure.

supporte la tête par son extrémité supérieure ; à chacun de ses côtés s'attachent douze côtes qui s'unissent en avant

avec le sternum pour former la cage thoracique, laquelle supporte les deux bras. Enfin le rachis lui-même est intimement uni par l'intermédiaire de sa partie terminale, le sacrum, aux deux os des îles qui se réunissent en avant pour constituer le cercle osseux du bassin. De chaque côté de ce cercle pelvien sont deux cavités qui reçoivent les têtes des deux fémurs et par l'intermédiaire desquelles tout le tronc est soutenu par les deux membres inférieurs (fig. 2).

Quelques mots sur chacune de ces parties.

Formé par la superposition des 24 anneaux vertébraux, le rachis représente une véritable colonne osseuse percée d'un canal, résistante et mobile à la fois, supportant tout le haut du corps et solidement unie inférieurement au bassin.

De forme cylindrique en avant, la colonne vertébrale présente, en arrière, une crête saillante résultant de la série des apophyses épineuses et, sur les côtés, d'autres saillies qui sont les apophyses transverses, dont les côtes, à la région dorsale, peuvent être considérées comme les prolongements.

Entre les vertèbres, sont intercalées des pièces fibro-cartilagineuses, disques intervertébraux, qui servent à les relier les unes aux autres et d'où dépendent la flexibilité et la forme ondulée de la colonne dans son ensemble.

On divise le rachis en trois régions dont les courbures, toutes sagittales, sont alternativement de sens inverse. En haut, la colonne cervicale est formée de huit vertèbres et décrit une courbe à convexité antérieure. Au milieu, la colonne dorsale (12 vertèbres) reçoit de chaque côté l'attache des 12 côtes, et suit une courbure à convexité posté-

rieure. Enfin, en bas, la colonne lombaire (5 vertèbres) décrit une courbure à convexité antérieure (fig. 3).

Le poids du tronc est supporté par le corps des vertèbres,

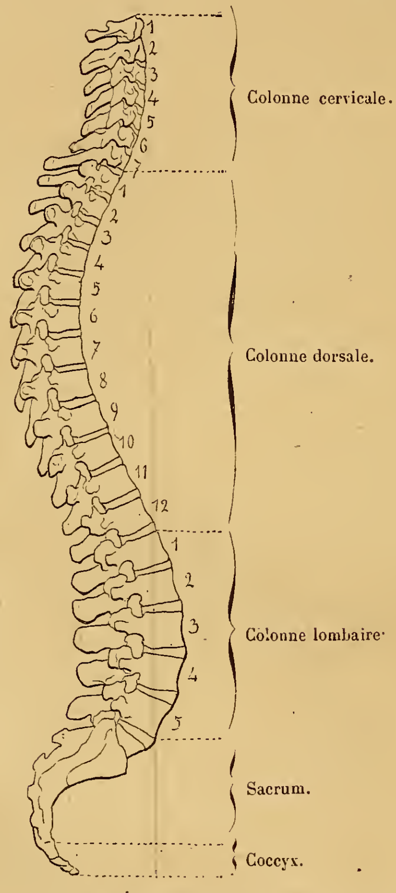


Fig. 3. — Colonne vertébrale ou rachis, vue de profil.

c'est-à-dire par la portion massive de la vertèbre située en avant du canal rachidien et en rapport avec les disques intervertébraux. Les dimensions du corps des vertèbres augmentent du haut en bas de la colonne, depuis la région

cervicale jusqu'à la région lombaire, où elles sont considérables.

Les disques intervertébraux subissent, dans la station debout, une compression qui en diminue la hauteur verticale, d'où il suit qu'un homme est plus grand étendu à terre que debout. C'est pour la même raison qu'après une station prolongée, ou s'il a porté de lourds fardeaux, l'homme peut perdre 1 à 2 centimètres de sa taille. Lorsqu'il se produit des chocs transmis à la partie inférieure de la colonne vertébrale, comme dans la marche, la course, et surtout le saut, les disques intervertébraux font l'office de coussins élastiques destinés à les amortir.

Les courbures du rachis ont-elles un rôle mécanique ? Il y a lieu de le croire, si l'on s'en réfère à ce principe de mécanique qu'une colonne élastique, courbée alternativement en sens inverse, offre une résistance à la pression égale au carré du nombre des courbures plus une. Il en résulterait que les courbures de la colonne vertébrale auraient la propriété d'augmenter sa résistance dans le sens vertical. Il faut faire toutefois certaines réserves, parce que le rachis, dans son ensemble, n'est point formé d'une substance homogène et uniformément élastique.

C'est par l'intermédiaire du sacrum que le poids du tronc est transmis au bassin et aux membres inférieurs. Le sacrum, dans la station debout, représente un coin dont l'arête est tournée en haut, ainsi que le figure le schéma ci-contre (fig. 4), de telle manière qu'il tend à descendre dans l'intérieur du bassin et à rapprocher — non à écarter — les parties des os coxaux avec lesquelles il est en contact. Il en résulte que tout l'effort est supporté par les nombreux et

puissants ligaments postérieurs des articulations sacro-iliaques. Cette disposition est éminemment favorable pour amortir les chocs transmis du tronc aux membres inférieurs.

Le bassin, dans la station verticale, est situé très obliquement, de manière que son ouverture supérieure regarde en haut et en avant (fig. 2). Par l'intermédiaire des deux cavi-

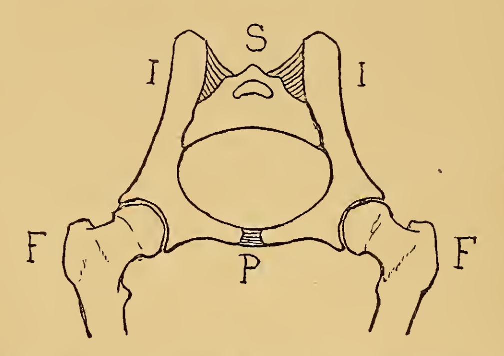


Fig. 4. — Schéma destiné a montrer le mode d'union du sacrum aux os coxaux. S, sacrum ; I, I, os coxaux ; P, pubis ; F, F, fémurs.

tés creusées sur les deux faces latérales (cavités cotyloïdes), il repose sur les têtes arrondies des deux fémurs dans un équilibre tout à fait instable, impossible à réaliser sur le squelette, et qui ne peut être obtenu, sur le vivant, que grâce aux puissants ligaments et aux muscles qui entourent les deux articulations.

Les membres inférieurs supportent seuls le poids du corps, mais les membres supérieurs ne restent pas complètement étrangers au mécanisme des diverses attitudes ou des différents modes de progression, à cause de la possibilité qu'ils ont de faire varier le centre de gravité en se déplaçant.

ARTICULATIONS

Les articulations des diverses pièces osseuses entre elles se présentent sous trois types différents :

1° Les *sutures* ou *synarthroses*, dans lesquelles les os sont soudés entre eux par une masse intermédiaire fibreuse ou fibro-cartilagineuse toujours très étroite. Les mouvements sont réduits à zéro, telles sont les articulations des os du crâne.

2° Les *symphyses* ou *amphiarthroses*, dans lesquelles la masse ligamenteuse intermédiaire, beaucoup plus épaisse que dans les sutures, permet une certaine mobilité des os en contact. Elles se rencontrent au pied (tarse), à la main (carpe), au tronc (bassin, colonne vertébrale). Elles amortissent les chocs et les pressions en décomposant le mouvement et en faisant supporter une partie de l'effort aux ligaments qui unissent les pièces osseuses.

3° Enfin les *diarthroses*, qui sont les véritables articulations du mouvement et se rencontrent à la jonction des divers segments des membres. Les parties des deux os contigus qui se trouvent en contact sont revêtues d'une mince couche de cartilage dont le rôle mécanique est de la plus grande importance. Ces cartilages compressibles et élastiques résistent aux pressions et aux chocs et amortissent les frottements.

A la limite des cartilages se trouve fixée la capsule articulaire, sorte de manchon fibreux qui ferme l'articulation et est tapissé intérieurement par une membrane qui sécrète

un liquide visqueux, la synovie, destinée, à la manière de l'huile qui humecte les surfaces de frottement des machines, à favoriser le glissement des surfaces articulaires.

Lorsque ces surfaces osseuses articulaires ne concordent pas, elles sont séparées par un ligament fibro-cartilagineux adhérent à la capsule articulaire et dont le rôle est de détruire la discordance en adaptant chacune de ses faces à la partie osseuse avec laquelle elles sont en rapport. La cavité articulaire est ainsi divisée en deux cavités secondaires pourvues chacune d'une synoviale.

La capsule articulaire est doublée extérieurement, en plusieurs endroits, de ligaments fibreux dont le rôle est double, ils affermissent le contact des surfaces articulaires et ils limitent l'excursion des mouvements. Ce dernier but est atteint quelquefois d'une autre manière, comme par la rencontre des os eux-mêmes, exemple : l'olécrâne arrêtant l'extension de l'avant-bras lorsqu'il vient au contact de l'humérus.

Les os en contact dans les articulations sont maintenus en rapport par l'adhésion des surfaces articulaires (pression atmosphérique), par l'appareil ligamenteux qui les entoure et par la tension élastique ou la contraction des muscles.

Les mouvements que permettent les diarthroses sont des plus variés et ont servi à établir une classification qu'il est inutile de rappeler ici dans ses détails. Qu'il nous suffise de citer les deux types principaux.

Dans certaines articulations, les mouvements s'exécutent dans tous les sens (exemple : l'épaule et la hanche). Elles se composent alors d'une extrémité osseuse arrondie reçue dans une cavité.

Dans d'autres, au contraire, l'engrènement des surfaces articulaires est telle que les mouvements ne sont permis que dans un seul plan, en deux sens opposés, à la manière de ce qui se passe dans une charnière (exemple : le coude, le genou, le cou-de-pied).

II

ORGANES ACTIFS DU MOUVEMENT. — MUSCLES

Les muscles représentent la force qui, dans la machine humaine, met en mouvement les leviers osseux. Ils sont disposés tout autour du squelette, sur lequel ils prennent des points d'appui variés. Leur action peut être comparée à celle d'un fil de caoutchouc distendu, et qui, en revenant sur lui-même, rapproche les pièces mobiles sur lesquelles sont fixées ses extrémités.

La masse totale des muscles peut être évaluée approximativement à plus de la moitié du poids total du corps. Ils sont composés d'une partie centrale, rouge, contractile, désignée sous le nom de *ventre* ou *corps du muscle*, et d'extrémités résistantes, d'un blanc nacré, *tendons* ou *aponévroses d'insertion*, constituées par du tissu fibreux et rattachant le corps charnu aux diverses parties du squelette qu'il fait mouvoir. Quelques muscles s'attachent par une de leurs extrémités à la face profonde de la peau (muscles peauciers) ; d'autres sont disposés circulairement autour des ouvertures naturelles (muscles sphincters, orbiculaires).

Le corps charnu est constitué par la réunion des fibres

nectif entoure tout l'organe et envoie des prolongements entre les divers faisceaux qui le composent.

La fibre musculaire primitive a la forme d'un cylindre allongé de $0^{mm},012$ à $0^{mm},02$ de diamètre et présente, étudiée au microscope, des stries transversales très nettes, d'où le nom de *fibre musculaire striée* par opposition à la *fibre lisse* des muscles de la vie végétative dont nous n'avons pas d'ailleurs à nous occuper ici.

Les tendons sont inactifs et tout à fait comparables aux ligaments. La partie active du muscle est la fibre rouge, dont nous allons exposer sommairement les diverses propriétés.

PROPRIÉTÉS DU TISSU MUSCULAIRE

La *consistance* du tissu musculaire varie suivant que le muscle est tendu ou abandonné à lui-même. Quand le muscle est tendu par ses deux extrémités, il est dur et résistant ; il est mou, au contraire, comme fluctuant, qu'il soit contracté ou au repos, s'il ne subit aucune traction. C'est donc le seul tiraillement de ses extrémités qui détermine la dureté du muscle. Sur le vivant, la contraction du muscle ne s'accomplissant jamais sans qu'une traction s'exerce sur les extrémités, on peut dire qu'un muscle contracté durcit, et cela d'autant plus qu'il est contracté davantage.

Malgré sa mollesse, la *résistance* du tissu musculaire est assez considérable et principalement due aux enveloppes conjonctives de ses divers faisceaux. D'après Weber, un centimètre carré de muscle peut supporter un poids d'un kilogramme sans se rompre.

Le tissu musculaire est *élastique*. Cette élasticité est faible et parfaite, c'est-à-dire que le muscle se laisse allonger par des poids très faibles et qu'il revient ensuite complètement à sa longueur primitive. Cette élasticité a pour rôle essentiel de fusionner les secousses multiples dont se compose une contraction musculaire, comme nous le verrons plus loin. De plus, elle favorise la production du travail en vertu d'une loi ainsi formulée par M. Marey, qu'une force de courte durée, employée à mouvoir une masse, a plus d'effet utile lorsqu'elle agit sur cette masse par l'intermédiaire d'un corps élastique.

Un muscle n'est complètement relâché que lorsque ses deux extrémités sont suffisamment rapprochées pour que toute trace de tension ait disparu et que le raccourcissement des fibres charnues à l'état de repos ait atteint son degré maximum.

En d'autres termes, on peut dire qu'il y a relâchement lorsque l'élasticité musculaire cesse d'être sollicitée et que le muscle se trouve dans un état d'équilibre stable, d'où il ne pourra sortir que pour se raccourcir davantage sous l'influence de la contraction ou pour s'allonger par l'effet de la distension.

On enseigne généralement que cet état de relâchement absolu du muscle n'existe pas sur le vivant.

D'après la doctrine classique, les muscles sont toujours légèrement tendus, ce qu'on reconnaît, dit-on, à la légère rétraction qu'ils subissent quand on les divise en travers. Les uns attribuent cette légère tension à la tonicité musculaire, les autres à l'élasticité du muscle qui, sur le vivant, serait sans cesse sollicitée par les rapports que le muscle

présente avec ses points d'attache, de sorte que le muscle serait *toujours* tendu au delà de sa longueur naturelle de repos complet.

Il y a lieu, suivant nous, de faire, à ce sujet, de sérieuses réserves et de s'élever, tout au moins, contre ce qu'une telle assertion a de trop absolu, car il est possible de démontrer que, sur l'homme vivant, le relâchement musculaire peut, dans certaines phases du jeu régulier des muscles, se montrer aussi complet que possible.

Il faut bien admettre qu'un muscle n'est nullement tendu, et par suite qu'il est complètement relâché, lorsqu'il se laisse éloigner sans aucune résistance de la ligne droite qui joint ses points d'attache, ou mieux encore lorsque les tendons ou le corps charnu se replient sur eux-mêmes. C'est ce qu'il est facile de constater sur le vivant dans nombre de circonstances. Il suffit, par exemple, de rapprocher, par le jeu des leviers osseux, les deux attaches d'un muscle pour voir son corps charnu ballotter latéralement sous la moindre impulsion et obéir, à la manière d'un corps inerte, à l'action de la pesanteur. Mais la production de replis transversaux a peut-être encore quelque chose de plus décisif. Et je puis citer, dans cet ordre d'idées, les sillons transverses qui divisent les masses lombaires dans la station droite, le repli que, dans l'extension forcée de l'avant-bras, le tendon du triceps brachial forme au-dessus de l'olécrâne, le sillon qui coupe transversalement le tendon rotulien dans la station debout, etc.

Sur la grenouille, et probablement aussi sur les autres animaux, le relâchement musculaire physiologique est très facile à constater. Il suffit, après avoir dépouillé une patte

de grenouille, de placer, par exemple, l'articulation du genou dans la flexion et l'articulation du pied dans l'exten-

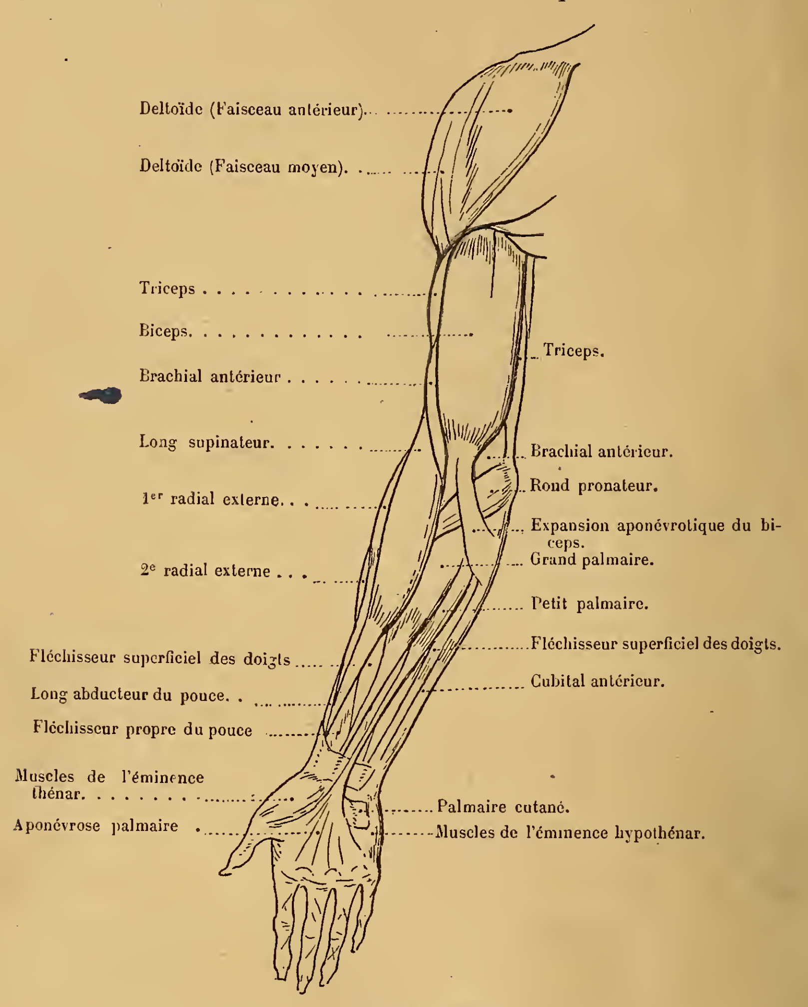


Fig. 7. — Muscles du membre supérieur, plan antérieur.

sion pour voir le gastrocnémien se plisser transversalement. Ces plis existent aussi bien sur le corps charnu que sur le tendon. Si l'on vient alors à couper par le milieu le corps

charnu du muscle, on constate que les surfaces de section restent en contact; l'écartement généralement signalé et

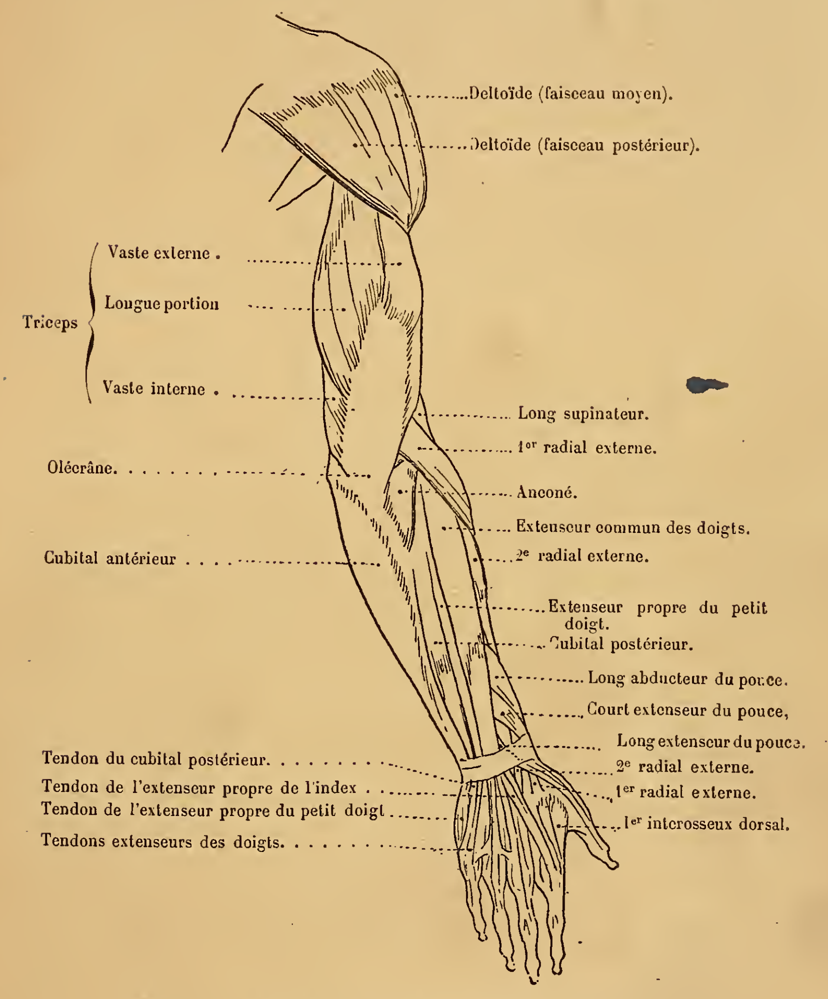


Fig. 8. — Muscles du membre supérieur, plan postérieur.

mis sur le compte de la tonicité ou de l'élasticité musculaire ne se produit pas. Pour que l'écartement ait lieu, il faut que le muscle ait été mis préalablement dans un état

de distension plus ou moins considérable. D'où je conclus que, dans l'expérience citée plus haut, lorsque les deux tronçons d'un muscle sectionné en travers s'écartent, c'est que le muscle, au moment de la section, était plus ou moins distendu. C'est d'ailleurs ce qui arrive toujours si l'on n'a pas soin de placer le membre, pour chaque muscle, dans une position déterminée.

Il faut donc admettre, contrairement aux idées courantes, que le muscle, sur le vivant, n'est pas toujours dans cet état de tension éminemment favorable à son action, ainsi qu'on l'a d'autre part fort justement remarqué. Le relâchement complet et absolu existe; certainement il a aussi ses avantages pour le bon fonctionnement de la machine humaine. Mais si la tension musculaire n'est point permanente, elle se produit fréquemment par l'écartement des points d'insertion, soit sous l'influence de la pesanteur, soit par l'action des antagonistes. Et, dans toutes les actions musculaires un peu violentes, on peut signaler une période de préparation qui consiste justement dans la mise en état de tension plus ou moins considérable des muscles qui doivent agir.

Mais la propriété la plus importante du tissu musculaire est la *contractilité* ou l'aptitude à se contracter sous l'influence de divers excitants.

L'excitant physiologique et normal de la contractilité est l'action nerveuse. Les autres excitants sont d'ordre mécanique (pression, choc, etc...), chimique (acides) ou physique (électricité, chaleur), mais ils sont purement accidentels et n'interviennent point dans le jeu régulier de la machine humaine.

La contractilité musculaire est augmentée par un afflux

sanguin plus considérable, par le repos, la présence de l'oxygène, certains poisons, la caféine, par exemple. Elle est au contraire diminuée par la fatigue, l'arrêt de la circulation, le froid ou une grande chaleur, la présence de l'acide carbonique, de l'acide lactique et de certains poisons comme la digitaline, etc...

La contractilité persiste un certain temps après la mort. Elle disparaît plus vite sur les animaux à sang chaud que sur ceux à sang froid. Elle cède à l'envahissement de la rigidité cadavérique. Chez l'homme, elle ne disparaît qu'au bout de dix à vingt heures.

CONTRACTION MUSCULAIRE

L'expérimentation sur des muscles vivants mis à nu, puis par une de leurs extrémités détachés du squelette et reliés à des instruments enregistreurs spéciaux, a permis de démontrer que la contraction musculaire n'était point un phénomène simple, mais une sorte d'addition, ou mieux de fusion, de phénomènes plus élémentaires qui sont les secousses musculaires.

La *secousse musculaire* consiste dans un gonflement et un raccourcissement qui se produisent presque instantanément sur une fibre musculaire au point où agit un excitant. Cette secousse d'une durée très courte se propage à la façon d'une onde tout le long de la fibre sur laquelle a passé l'excitation. Si l'excitation, au lieu de porter sur la fibre elle-même, porte sur le nerf qui s'y rend, la secousse occupe à la fois toute l'étendue de la fibre.

Lorsque les excitations sont fréquentes et répétées (environ 15 par seconde), les secousses qui se succèdent se fusionnent, et le résultat est un raccourcissement et un gonflement durables du muscle que l'on considère comme étant en état de contraction.

On en a conclu que, dans l'état physiologique, sur

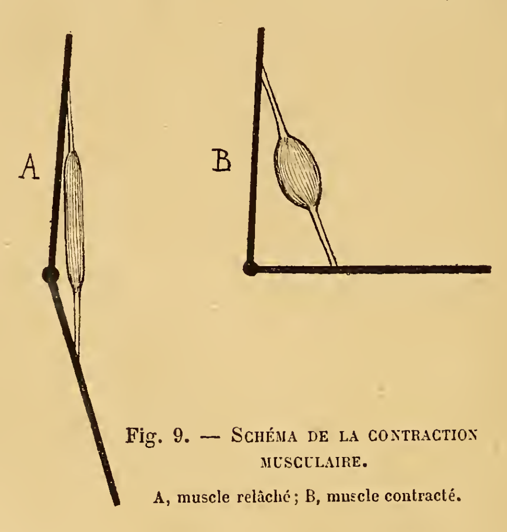


Fig. 9. — Schéma de la contraction musculaire.

A, muscle relâché; B, muscle contracté.

l'homme vivant, la contraction musculaire se composait des mêmes éléments, c'est-à-dire d'un grand nombre de secousses musculaires fusionnées (19 à 20 par seconde, d'après Helmholtz). Ces secousses occupent à la fois toute l'étendue de la fibre musculaire. Elles sont la cause d'un bruit particulier (son musculaire) que fait entendre le muscle contracté et parfaitement perceptible à l'oreille appliquée sur lui. Enfin, elles peuvent être rendues apparentes, si l'on place entre les doigts d'un membre contracté un style quelconque qui en augmente l'amplitude et permet même de les enregistrer.

Anatomiquement, la contraction d'un muscle non distendu est caractérisée par le raccourcissement et le gonflement de son corps charnu. Les deux caractères, diminution de longueur, augmentation de grosseur, vont toujours de pair, et sont également proportionnels à l'intensité de la contraction, de telle façon que cette dernière peut être mesurée indifféremment par le degré du raccourcissement ou par celui du gonflement (fig. 9).

Sur un muscle détaché des os, ce raccourcissement peut le réduire à moins du tiers de sa longueur primitive. Sur le vivant, à cause de ses connexions, le muscle n'atteint jamais ce degré de raccourcissement ; on peut toutefois constater, entre le degré extrême de distension d'un muscle et son degré extrême de raccourcissement, une différence de près de moitié. Voici, par exemple, les chiffres que nous avons relevés sur le triceps d'un modèle fortement musclé :

LONGUEUR DES FIBRES CHARNUES

Muscle relâché	9
Muscle contracté	6,5
Muscle distendu	13

Pour chaque muscle, l'étendue du raccourcissement dépend de la longueur de ses fibres. Le raccourcissement est presque exactement compensé par l'augmentation d'épaisseur, si bien que le volume total du muscle relâché ou contracté reste à bien peu de chose près le même. (Des auteurs ont constaté une légère diminution du volume du muscle au moment de la contraction.)

Nous avons déjà vu que la consistance d'un muscle libre

par les extrémités restait la même, également molle et fluctuante, quel que soit son état de relâchement ou de contraction, et que la dureté qu'acquérait, sur le vivant, le muscle contracté ne tenait qu'à la tension à laquelle il se trouvait soumis.

J'ajouterai que la contraction peut survenir sur un muscle distendu, c'est-à-dire allongé, et, dans ce cas, si nous supposons que l'effort musculaire n'arrive pas à vaincre la résistance qui lui est opposée, la contraction persiste tout en s'accompagnant de l'*allongement* du muscle. C'est là un point fort important pour l'étude de la forme en mouvement et sur lequel je ne manquerai pas de revenir plus loin.

Phénomènes chimiques. — Pendant la contraction, le muscle est le siège de phénomènes chimiques importants puisqu'ils sont la source du travail qu'il accomplit.

Un muscle actif reçoit une quantité de sang trois à quatre fois plus grande qu'un muscle au repos. Les échanges nutritifs sont plus considérables, et l'examen du sang qui sort du muscle contracté montre que ce dernier dégage une quantité beaucoup plus considérable d'acide carbonique et consomme plus d'oxygène. On observe, en outre, la destruction de certaines substances que lui apporte le sang et qui entrent dans la composition du tissu musculaire tels que le glycogène et la graisse, en même temps que la production d'autres substances, tels que l'acide lactique, la créatine, l'urée, l'acide urique, produits de désassimilation qui entraveraient bientôt le fonctionnement du muscle s'ils n'étaient rapidement enlevés et entraînés par le courant de la circulation sanguine.

Ces produits sont éliminés ensuite par les divers émonctoires de l'économie. L'acide carbonique s'échappe par le poumon. Les autres produits de désassimilation que nous venons de signaler, sont séparés du sang par le filtre rénal, et on les retrouve dans les urines.

L'accumulation d'acide carbonique dans le sang produit l'essoufflement qui, porté à son degré extrême, peut aller jusqu'à l'asphyxie. Mais cette terminaison funeste d'un travail musculaire exagéré ne se produit jamais, parce que les souffrances qui surviennent alors sont telles que l'organisme ne lutte pas jusqu'au bout, s'arrête et se repose. On cite cependant comme exemple de mort par essoufflement celle du célèbre soldat de Marathon.

Les autres produits de désassimilation, tels que l'urée, l'acide urique, l'acide lactique, etc., entraînent, par suite de leur accumulation dans le sang, les phénomènes de la courbature.

La courbature consiste, à un degré léger, en une douleur localisée seulement aux groupes musculaires qui ont travaillé. A un degré plus intense, il y a malaise général et la douleur envahit tous les muscles. Enfin, on peut voir survenir de la fièvre et tous les symptômes d'un empoisonnement. C'est qu'en effet, on a constaté, comme l'on sait, la formation, dans l'organisme, de poisons violents de la nature des alcaloïdes, et c'est à l'accumulation de ces poisons dans le sang que seraient dus tous les phénomènes de ce qu'on a appelé le surmenage. Chez l'homme cet empoisonnement par le surmenage ne se produit pas, parce que le repos vient à temps favoriser l'expulsion des poisons, mais il n'en est pas de même chez les animaux.

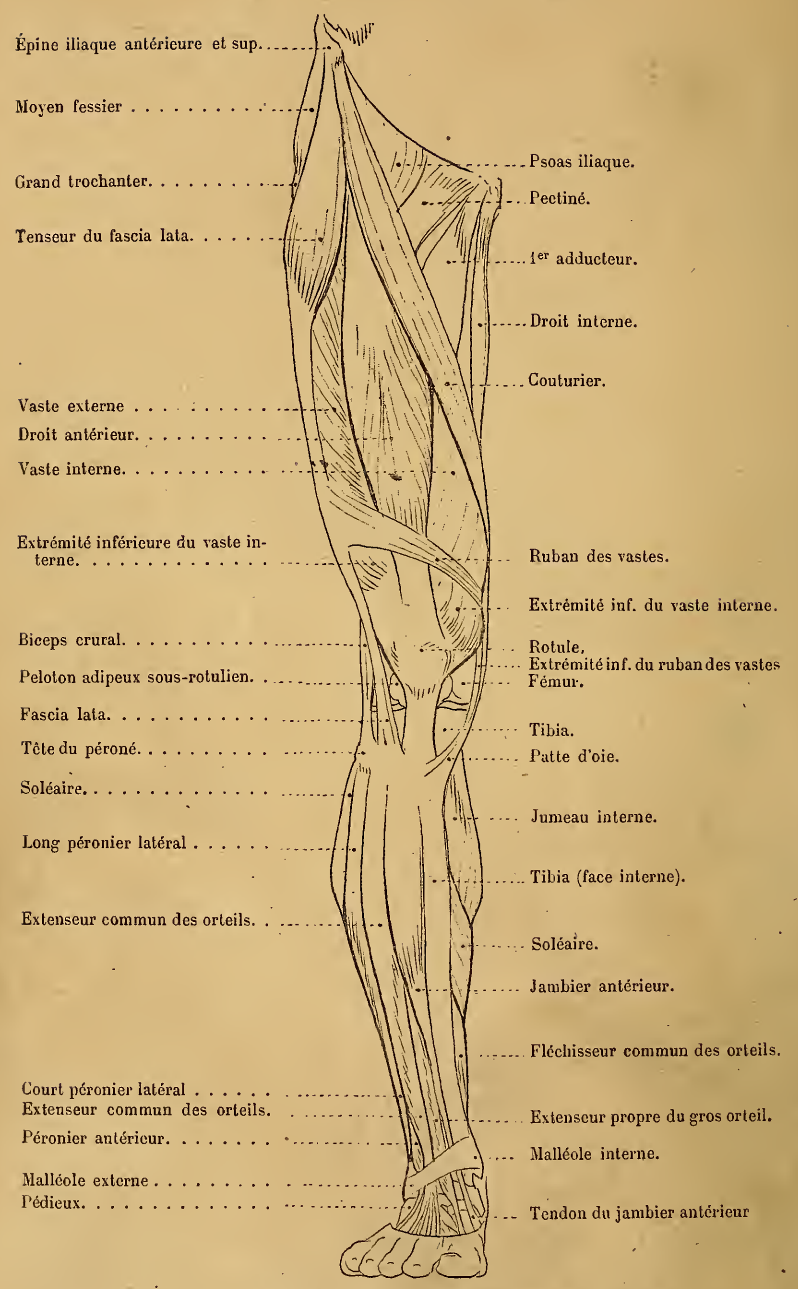


Fig. 10. — Muscles du membre inférieur, plan antérieur.

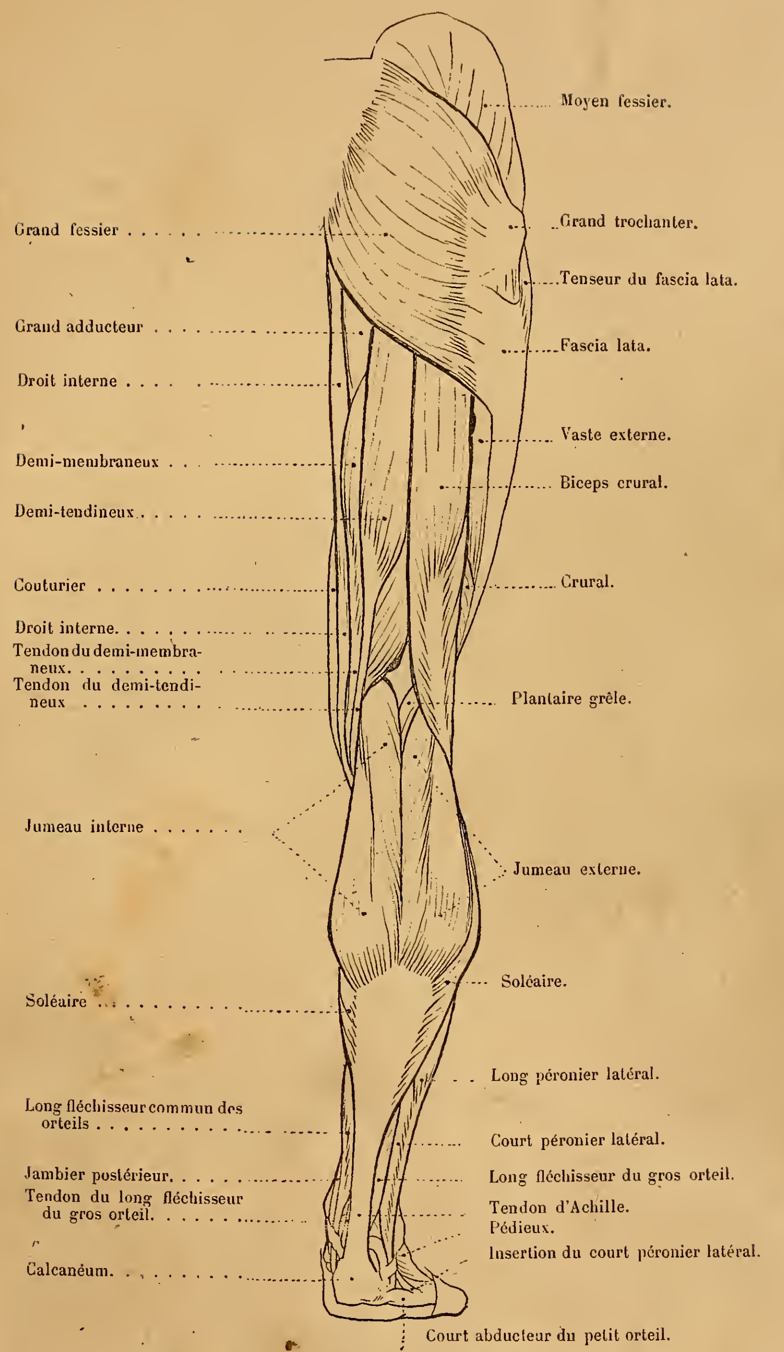


Fig. 11. — Muscles du membre inférieur, plan postérieur.

Le cerf forcé qui meurt de fatigue succombe à un véritable empoisonnement. Dans ce cas, la rigidité cadavérique survient d'une façon presque instantanée, et très rapidement les chairs tombent en décomposition. Je n'ai rappelé les conséquences de l'accumulation des produits de désassimilation du muscle dans le sang que pour insister sur l'importance de leur élimination. Cette élimination ne peut se faire que par la voie de la circulation. Aussi le cours du sang est-il plus actif chez un homme qui se livre à un travail musculaire.

Extérieurement, cet accroissement de la circulation se traduit par une coloration plus rosée de la peau dont les capillaires sont remplis et par une augmentation de volume des veines superficielles.

Production de chaleur. — Tout muscle qui se contracte s'échauffe. Le sang veineux qui sort d'un muscle en action est plus chaud que celui qui revient d'un muscle inactif. L'augmentation de chaleur d'un muscle qui se contracte a pu être constatée directement par les physiologistes, mais il est un fait d'observation courante qui vient à l'appui de cette assertion. Tout le monde sait que l'exercice musculaire augmente la température de tout le corps, et, lorsqu'on a froid, un des meilleurs moyens de se réchauffer est de se livrer à un exercice un peu violent.

Béclard a observé que lorsqu'un muscle produit un certain travail (soulever un poids par exemple), la chaleur développée est moindre que s'il fait le même effort sans arriver à aucun résultat.

Travail musculaire. — Une des grandes découvertes de la science moderne consiste dans la notion de l'équivalence des forces. Ce qui est vrai pour la matière, l'est également pour l'énergie. « Rien ne se perd, rien ne se crée. »

L'on sait aujourd'hui que la chaleur se transforme en travail mécanique, et réciproquement. Ce que l'on appelle l'équivalent mécanique de la chaleur a pu être évalué avec rigueur : un certain nombre de calories répond à un nombre déterminé de kilogrammètres. Si la même précision n'existe pas pour l'équivalence des autres forces, l'on sait qu'elles peuvent s'engendrer les unes les autres, l'électricité devient de la lumière ou de la force motrice, l'énergie chimique produit de la chaleur, etc...

Cette notion nous permet de comprendre comment le muscle, par sa contraction, fournit du travail. Nous avons vu qu'il est le siège d'actions chimiques intenses, lesquelles engendrent la chaleur. Que ce soit l'énergie chimique qui engendre directement la force motrice, ou bien, comme le pensent certains physiologistes, que cette énergie chimique se transforme d'abord en chaleur, laquelle produit le travail, peu importe dans le fond. Un fait certain, c'est que le muscle qui se contracte produit toujours de la chaleur, même lorsqu'il y a production simultanée de travail ; en cela il subit la loi générale qui veut que dans un moteur, quel qu'il soit, animé ou inanimé, l'énergie chimique ne puisse être tout entière transformée en travail, sans production simultanée de chaleur (Landois). Mais l'on sait également qu'un muscle qui se contracte sans travailler produit beaucoup plus de chaleur, d'où l'on peut conclure que

l'énergie chimique qui ne s'est point transformée en travail a produit une somme équivalente de chaleur.

Quoi qu'il en soit, la source du travail que le muscle peut accomplir est bien démontrée, et les actions chimiques qui se passent dans l'intimité de son tissu sont la cause première de l'énergie qu'il manifeste.

Comparé aux machines industrielles, le muscle est une machine plus parfaite, et son rendement utile est plus considérable, c'est-à-dire qu'aux dépens d'une même quantité d'énergie potentielle, il produit plus de travail et moins de chaleur (Landois). Il se distingue encore par ce fait qu'un exercice fréquent le rend plus fort et capable de produire une plus grande somme de travail mécanique.

Le travail effectué par un muscle en se contractant est égal au produit du poids soulevé P par la hauteur H à laquelle ce poids est soulevé : $T = PH$.

Mais l'on peut faire un travail sans soulever de poids. Au lieu de parler de poids et de hauteur de soulèvement, nous pouvons parler d'effort et d'espace parcouru, et dire que le travail musculaire est le produit de l'effort par l'espace parcouru. Mais il faut bien savoir que tout travail peut être ramené à un poids soulevé à une certaine hauteur. L'unité que l'on emploie dans la mesure du travail est le kilogrammètre, travail nécessaire pour élever 1 kilogramme à 1 mètre de hauteur.

Cependant il nous faut faire remarquer ici qu'il n'y a pas toujours concordance entre ces deux termes, travail mécanique et travail musculaire. Comme je l'exposerai plus loin, le muscle qui se contracte non plus pour soulever un poids, mais simplement pour l'empêcher de tomber, n'ac-

complit aucun travail mécanique et n'en est pas moins le siège d'une véritable dépense de forces. C'est ce que les physiologistes désignent sous le nom de *travail intérieur* du muscle.

La quantité de travail dont un muscle est capable est proportionnelle à la quantité de substance active qu'il renferme, c'est-à-dire au poids de ses fibres rouges. Mais le travail ne saurait être le même, suivant que le même poids est composé d'une certaine quantité de fibres longues ou d'une quantité plus considérable de fibres courtes. Les physiologistes ont, en effet, constaté que l'étendue des mouvements qu'un muscle peut produire est proportionnelle à la longueur de ses fibres, tandis que sa force est proportionnelle à sa section transversale, c'est-à-dire à la somme des fibres élémentaires qu'il contient. Il en résulte une relation nécessaire entre la forme du muscle et sa fonction. Cette donnée, dont l'importance au point de vue morphologique est considérable, a été mise en valeur, comme il convient, par M. Marey.

Les longueurs relatives du corps charnu et des fibres tendineuses pour un même muscle ne sont pas les mêmes chez tous les individus. Il y a, à ce sujet, de grandes variétés : la partie charnue étant la partie essentielle du muscle, je désignerai sous le nom de *muscle long* celui dont le corps charnu est relativement plus long et, de même, sous le nom de muscle court, celui dont le corps charnu est relativement plus court. Si nous considérons, à l'état d'écorché, un individu dont les muscles appartiennent au type long, on verra les fibres rouges descendre plus bas sur les aponévroses nacrées qui diminueront d'étendue, l'écorché sera plus rouge.

Si, au contraire, les muscles appartiennent au type court, les parties rouges perdront de leur importance aux dépens des portions nacrées qui gagneront en étendue ; ce sera un écorché plus nacré. Or, ces différences de couleur, invisibles sous la peau du modèle, se traduisent à l'extérieur par des différences dans la forme, les parties rouges répondant généralement à des reliefs et les parties nacrées à des dépressions.

Ainsi, on reconnaîtra facilement les hommes à muscles longs par l'atténuation générale des formes, malgré le volume musculaire, par l'absence de heurts violents au niveau des insertions musculaires, par l'aspect fuselé des membres. Les antiques pour la plupart se rattachent à ce type.

L'homme à muscles courts, au contraire, est pour ainsi dire tout en bosses et en creux. Le ventre du muscle plus court est plus saillant, et de larges dépressions avoisinent ses extrémités. La forme générale est heurtée. Elle a moins d'harmonie.

Il est intéressant de savoir exactement le travail mécanique que peut fournir l'homme. La force absolue de certains groupes musculaires peut être mesurée à l'aide d'instruments spéciaux qui s'appellent des dynamomètres. Ils consistent d'une manière générale en ressorts élastiques dont le déplacement fait mouvoir une aiguille sur un cadran.

D'après Quételet, la force mesurée de cette manière, développée par la pression des deux mains, est de 70 kilogrammes; elle est du double par la traction.

Chez la femme, la force des mains est un tiers moindre,

l'homme est capable de porter un poids double de celui de son propre corps ; la femme la moitié seulement.

On évalue la moyenne journalière du travail produit par un homme travaillant huit heures à 10 kilogrammètres par seconde, ce qui donne un effet utile de 288,000 kilogrammètres, 300,000 en chiffres ronds.

Si le travail ne doit pas être continué longtemps, la somme, par seconde, peut être beaucoup plus considérable.

ARCHITECTURE DES MUSCLES

On divise les muscles du squelette en muscles longs, muscles courts et muscles larges. Les premiers se rencontrent principalement aux membres, les seconds près du rachis, autour des articulations, et les derniers sur le tronc.

Il est très important de considérer la direction des fibres charnues des muscles et la façon dont elles s'implantent sur le tendon ; quelquefois les fibres charnues continuent la direction des fibres tendineuses, C'est ce qui arrive dans quelques muscles plats. Mais le plus souvent les fibres charnues s'implantent obliquement sur les fibres tendineuses, de telle sorte qu'une seule fibre tendineuse peut recevoir un nombre plus ou moins considérable de fibres charnues, et le muscle, qui prend un aspect fusiforme, se termine alors en pointe vers le tendon.

Des schémas feront facilement comprendre les disposi-

tions variables des fibres charnues relativement aux deux tendons entre lesquels elles sont ordinairement placées.

A représente le cas déjà signalé, les fibres tendineuses faisant suite aux fibres charnues.

Dans la figure B, le tendon supérieur, en forme de cône

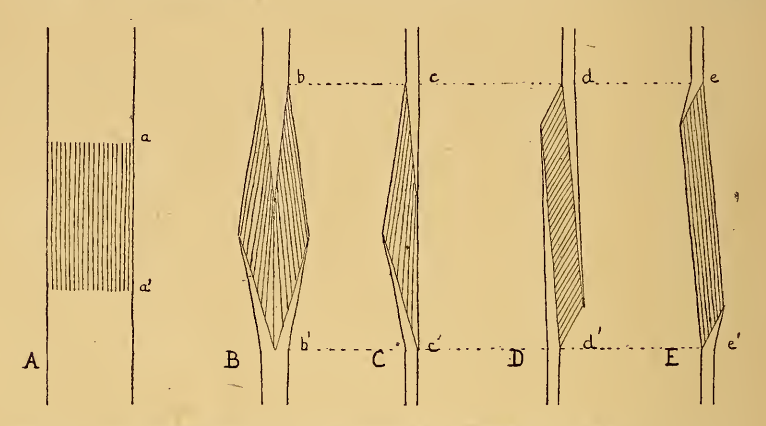


Fig. 12. — Schéma destiné a montrer les différents modes d'implantation des fibres charnues sur les extrémités tendineuses.

plein, reçoit à sa surface les fibres charnues qui se rendent inférieurement à l'intérieur d'un cône creux formé par le tendon inférieur. Ce genre de muscle est dit penniforme, à cause de la disposition des fibres qui ressemblent à celles des barbes d'une plume. Le type figuré en C n'est en quelque sorte que la moitié du précédent. Il est dit semi-penniforme.

Cette disposition s'accentue en D. En E, elle existe également, mais on observe un rapport inverse entre les dimensions de la partie tendineuse et de la portion charnue.

De cet agencement variable des fibres charnues, nous pouvons déduire plusieurs faits importants. La fibre charnue est de même longueur en A, B, C, et cependant le corps

charnu est plus long en B et C qu'en A. Le corps charnu est également de même longueur en D et E, et cependant la fibre musculaire est bien plus courte en D qu'en E. Il faut donc distinguer avec soin la longueur d'un muscle, y compris le tendon, la longueur de la portion charnue seule et la longueur des fibres musculaires.

Les deux premières notions ont une grande importance morphologique, à cause du relief que forment les fibres charnues en s'implantant sur le tendon et qui se traduit toujours à l'extérieur, si le muscle est superficiel. La dernière est capitale en physiologie, car elle indique seule le degré de raccourcissement dont le muscle est susceptible et par suite l'étendue possible du mouvement qu'il doit effectuer.

Dans les exemples que nous avons cités plus haut, les fibres charnues d'un même muscle ont toutes la même longueur ; mais il n'en n'est pas nécessairement ainsi, et c'est particulièrement dans les muscles plats qu'on observe des différences dans la longueur des fibres charnues qui les composent.

Tous les muscles sont renfermés dans de véritables gaines formées par les *aponévroses de contention* ou *fascias*. C'est ainsi que leur situation réciproque est maintenue, car toutes les gaines d'une même région sont d'autre part étroitement unies par leur surface en contact. Ces aponévroses naissant des saillies osseuses sont parfois renforcées par des expansions des tendons. Quelques muscles s'y attachent directement, c'est-à-dire qu'ils ont, comme le tenseur du fascia lata, par exemple, un tendon membraniforme qui joue le rôle d'aponévrose de contention à l'égard

d'autres muscles. Enfin ces enveloppes aponévrotiques sont d'épaisseur fort variable suivant les régions. Elles exercent sur les muscles contenus dans leur gaine une compression permanente qui augmente la puissance de la contraction.

ARRANGEMENT DES MUSCLES

Les muscles sont disposés par groupes agissant dans le même sens, on a ainsi le groupe des fléchisseurs, des extenseurs, des adducteurs, etc...

Ces groupes musculaires, disposés autour des articulations, sollicitent le segment mobile tantôt dans un sens, tantôt dans un autre. Les muscles qui concourent au même mouvement sont appelés muscles *synergiques*. Ceux qui entraînent le membre dans un sens opposé sont appelés muscles *antagonistes*. Nous étudierons plus loin le mode d'action de ces différents groupes musculaires, dont l'importance au point de vue de la forme du membre en action est considérable.

Plusieurs muscles ont une double action, et, d'ordinaire, effectuent, quand ils se contractent, un mouvement combiné. C'est ainsi, par exemple, que le biceps est en même temps fléchisseur et supinateur de l'avant-bras.

Si on empêche, par la contraction d'autres muscles, une des actions de se produire, l'autre ne se produit pas non plus. Le fait est facile à constater. Je viens de rappeler que le muscle biceps brachial est à la fois supinateur et fléchisseur de l'avant-bras. Eh bien! Si l'on maintient l'avant-

bras en pronation et si l'on cherche à le fléchir dans cette position, on peut constater que le biceps ne prend aucune part à ce dernier mouvement : de même quand l'avant-bras est maintenu dans l'extension, si on vient à exécuter un mouvement de supination, le court supinateur agit seul ; le biceps quoique supinateur aussi n'entre pas en action.

L'on comprend de suite de quelle importance est cette simple notion pour l'intelligence des reliefs musculaires d'un membre en action et comment on pourra constater, dans certaines circonstances données, un mouvement de flexion, par exemple, avec le relâchement absolu du muscle fléchisseur principal.

Les muscles étant destinés à mouvoir les os les uns sur les autres, ont naturellement leurs points d'attache sur des os différents. Les os qui reçoivent les insertions d'un même muscle peuvent être contigus, ils peuvent être plus ou moins éloignés. Il en résulte que le muscle peut passer au-dessus d'une seule articulation ou de plusieurs. D'autres fois, le même muscle offre des exemples de cette double disposition dans ses diverses portions. Ainsi le droit antérieur du quadriceps est un muscle bi-articulaire, il passe au-devant de l'articulation de la hanche et de celle du genou ; il agit sur ces deux articulations, tandis que les autres parties du même muscle n'ont d'action que sur la seule articulation du genou. Les muscles fléchisseurs ou extenseurs des doigts, qui s'étendent des os de l'avant-bras aux dernières phalanges, passent au-devant d'un nombre plus considérable d'articulations ; on les dit polyarticulaires.

Cette disposition fort avantageuse, puisqu'elle permet à un même muscle d'agir sur plusieurs articulations à la fois, ne va pas sans quelques inconvénients. C'est ainsi que, lors de la flexion exagérée du poignet, la flexion des doigts n'est plus possible d'une façon complète par suite de l'insuffisance de longueur des muscles extenseurs.

III

MÉCANIQUE DU MOUVEMENT

La plupart des muscles agissant sur les os comme sur des leviers, il nous paraît utile pour l'intelligence de ce qui va suivre de rappeler en quelques mots la théorie mécanique des leviers.

On appelle levier une barre rigide pouvant tourner libre-

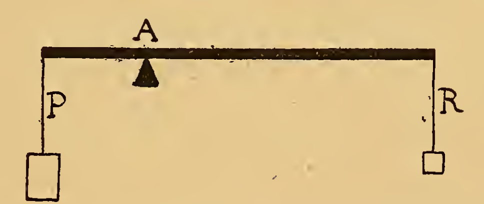


Fig. 13. — Levier du 1er genre ou interfixe.
A, point d'appui ; P, puissance ; R, résistance.

ment autour d'un point fixe et sollicitée à tourner en sens contraire par deux forces parallèles ou concourantes dont l'une est la *puissance*. l'autre la *résistance*.

La position du point fixe ou *point d'appui* relativement au point d'application de la puissance et à celui de la résistance est variable. On distingue trois cas :

1° Le point d'appui est entre la résistance et la puissance (levier du premier genre ou interfixe) (fig. 13) ;

2° La résistance est entre le point d'appui et la puissance (levier du deuxième genre ou interrésistant) (fig. 14) ;

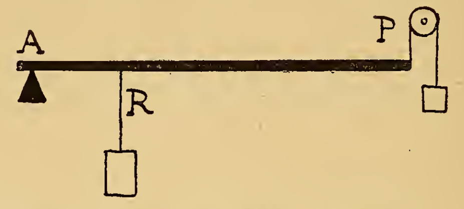


Fig. 14. — Levier du 2e genre ou interrésistant.

A, point d'appui ; R, résistance ; P, puissance.

3° La puissance est entre le point d'appui et la résistance (levier du troisième genre ou interpuissant) (fig. 15).

On désigne sous le nom de *bras de levier* les distances

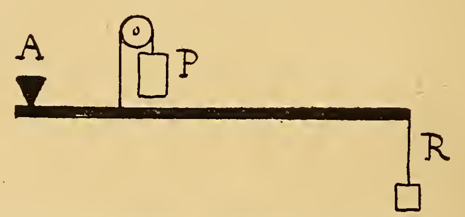


Fig. 15. — Levier du 3e genre ou interpuissant.

A, point d'appui ; P, puissance ; R, résistance.

respectives de la puissance et de la résistance au point d'appui.

Si le levier est droit et perpendiculaire aux directions des deux forces, les deux parties de la barre fixe AP et AR sont elles-mêmes les bras de levier (fig. 13, 14 et 15). Mais si les forces sont inclinées par rapport à la direction du levier, les bras du levier sont les perpendiculaires abaissées du point fixe sur la direction des forces.

La mécanique démontre qu'une force appliquée à un levier a d'autant plus d'effet qu'elle agit sur un plus grand bras de levier. Il découle de là que, pour que deux forces se fassent équilibre à l'aide d'un levier, il faut qu'elles soient *en raison inverse des bras de levier auxquelles elles sont appliquées.*

APPLICATION DE LA THÉORIE DES LEVIERS A LA MACHINE HUMAINE

Le levier du premier genre se rencontre assez fréquemment dans l'économie. On l'a appelé le *levier de la station*

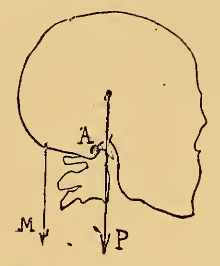


Fig. 16. — Équilibre de la tête sur la colonne vertébrale. Levier du 1er genre. A, point d'appui ; P, résistance appliquée au centre de gravité de la tête ; M, puissance appliquée à l'insertion des muscles de la nuque.

parce que, dans l'équilibre de la station, on en trouve de nombreux exemples.

C'est ainsi que dans l'équilibre de la tête sur la colonne vertébrale, le point d'appui est à l'articulation occipito-atloïdienne. La résistance placée au centre de gravité de la tête est représentée par la ligne de gravité qui passe un peu en avant de l'articulation, et la puissance réside dans les muscles de la nuque qui font équilibre à la pesanteur pour empêcher la tête de tomber en avant (fig. 16).

Au niveau de l'articulation coxo-fémorale qui est le point d'appui de tout le tronc, l'équilibre s'établit suivant les mêmes lois. La résistance suit la ligne de gravité du tronc qui passe en arrière du centre articulaire, la puissance se trouvant, de l'autre côté, dans les muscles ou dans les ligaments qui limitent l'extension de l'articulation (fig. 45, II).

Au genou, même combinaison avec cette différence que la ligne de gravité passe cette fois en avant de l'articulation (fig. 45, III).

Enfin, au cou-de-pied, il s'agit aussi d'un levier du premier genre, la ligne de gravité du corps passant en avant du centre articulaire, et la puissance étant représentée par la distension des muscles du mollet.

Le levier du deuxième genre est le *levier de la force*; mais ce que ce levier fait gagner en force, il le fait perdre en vitesse, et le déplacement de la résistance est toujours moindre que le chemin parcouru par la puissance. Il n'existe pas dans l'économie, lorsque la puissance est l'action musculaire ; on le retrouve au contraire, lorsque, suivant le jeu des leviers, la puissance se trouve être la pesanteur. Les organes du mouvement, les muscles sont surtout disposés pour faire exécuter à la résistance des mouvements étendus avec un faible déplacement de la puissance, c'est-à-dire avec un faible raccourcissement musculaire. C'est ce qui se produit avec le levier du troisième genre qui est le *levier de la vitesse*. C'est le plus répandu dans l'économie.

On le trouve surtout dans les mouvements destinés à lutter contre l'action de la pesanteur.

Il se distingue par le bras très court de la puissance, relativement à celui de la résistance. Exemple : la flexion

de l'avant-bras sur le bras, la flexion de la jambe sur la cuisse, l'extension de la jambe sur la cuisse, celle-ci étant levée horizontalement, etc., etc.

Dans la flexion de l'avant-bras sur le bras (fig. 17), le point d'appui est à l'articulation du coude (A). La puissance

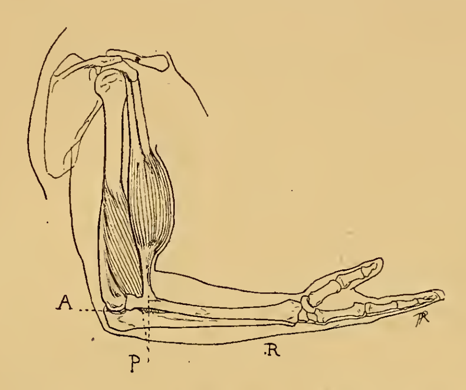


Fig. 17. — FLEXION DE L'AVANT-BRAS SUR LE BRAS. LEVIER DU 3[e] GENRE.

A, point d'appui à l'articulation du coude ; P, puissance à l'insertion du muscle fléchisseur ; R, résistance au centre de gravité de l'avant-bras.

représentée par les muscles fléchisseurs est appliquée au point d'insertion de ces muscles, en P. La résistance est représentée par le poids de l'avant-bras, dont la résultante se trouve appliquée à la partie moyenne du membre en R. Le point d'application de la résistance correspond donc au point R et le point d'application de la puissance au point P. Le bras de la puissance est mesuré par la distance AP, et celui de la résistance par la distance AR. On conçoit que la longueur du bras de la résistance augmente quand la main est chargée de poids, parce que le centre de gravité du système se trouve reporté du côté de la main. On voit que le bras de la résistance est toujours plus long que le bras de la puissance, d'où il suit que le point R décrit, autour du

point A comme centre, un arc de cercle beaucoup plus étendu que le point P; d'où il suit également que pour un faible raccourcissement du muscle fléchisseur, la main décrit un mouvement très étendu.

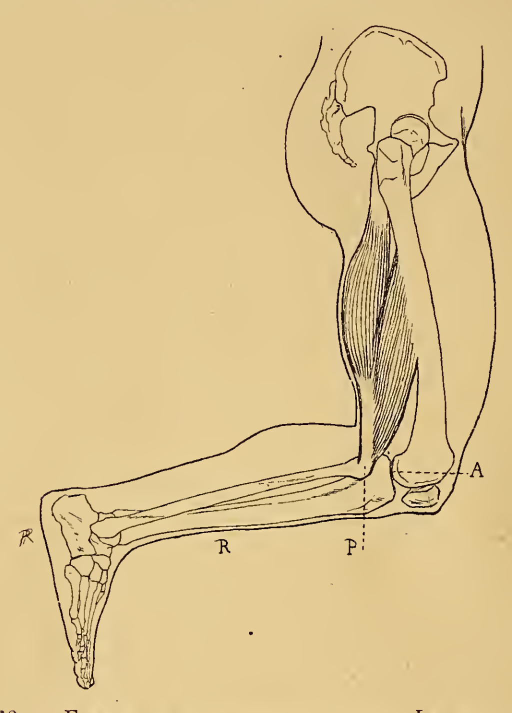


Fig. 18. — Flexion de la jambe sur la cuisse. Levier du 3e genre.

A, point d'appui à l'articulation du genou ; P, puissance à l'insertion des muscles fléchisseurs ; R, résistance au centre de gravité de la jambe.

Prenons un autre exemple. Dans la flexion de la jambe sur la cuisse, le point d'appui est à l'articulation. La puissance représentée par les fléchisseurs est appliquée tout près du centre articulaire. La résistance a son point d'application au centre de gravité du membre situé vers le milieu de sa longueur. Ce que nous avons dit pour la flexion de l'avant-bras sur le bras, nous pourrions le répéter ici.

Il nous faut faire remarquer que la direction suivant laquelle agit la puissance sur le bras de levier n'est pas indifférente. L'effet utile est le plus considérable, lorsque cette force est perpendiculaire au bras de levier. Plus elle est oblique, plus elle doit augmenter pour arriver au même résultat.

Un muscle aura donc d'autant plus de puissance que ses fibres seront perpendiculaires à l'os qu'il doit mouvoir. Cette disposition est rare toutefois dans l'organisme, et les muscles des membres sont, pour la plupart, disposés parallèlement au grand axe des os qu'ils sont destinés à mettre en mouvement; mais on notera l'importance des saillies articulaires, qui font pour quelques tendons l'office de poulies de renvoi, et, en augmentant l'angle sous lequel se fait l'insertion musculaire, corrigent dans une certaine mesure la disposition défectueuse que je viens de signaler.

La direction du corps charnu importe peu, la force s'exerce suivant la direction d'implantation du tendon sur l'os.

Il résulte également de ce qui précède que, pour un même muscle, l'angle d'insertion variant avec le déplacement de l'os mobile, son degré de puissance variera en même temps ; si cet angle arrive à l'angle droit, le muscle aura à ce moment sa plus grande puissance, c'est ce qu'on appelle le *moment* du muscle.

CENTRE DE GRAVITÉ DU CORPS HUMAIN

La détermination du centre de gravité du corps humain et de ses différents segments est très importante, on le con-

çoit sans peine, pour l'étude de l'équilibre des diverses attitudes et des différents mouvements.

La détermination expérimentale du centre de gravité de tout le corps est relativement facile. Ce centre est contenu dans trois plans et se trouve donc à leur intersection.

Il est dans le plan sagittal médian, puisque les deux moitiés du corps humain peuvent être considérées comme symétriques.

Il est dans le plan transversal et horizontal qui divise le corps en moitié supérieure et moitié inférieure. Pour déterminer ce plan, Borelli place l'homme sur une surface horizontale mobile à la manière d'une balance.

Enfin il est également contenu dans le plan latéro-latéral, qui diviserait le corps en moitié antérieure et moitié postérieure. Nous avons nous-mêmes déterminé ce plan pour la station droite à l'aide d'un procédé que nous exposerons plus loin au chapitre de la *Station*.

Le centre de gravité du corps se déplace suivant la situation des membres. Si les bras sont élevés, il s'élève ; si les membres inférieurs sont fléchis, il s'élève également.

Pour ce qui est du centre de gravité des différents segments du corps, ils ne peuvent être déterminés avec précision que sur le cadavre.

CHAPITRE II

DE LA FORME DU CORPS EN MOUVEMENT

Nous venons de voir quel rôle le muscle joue dans les mouvements du corps. C'est le véritable moteur de la machine humaine. Il est le générateur de tout travail accompli par cette machine.

Si l'on songe, d'autre part, que le système musculaire compose à lui seul la grande masse du corps, qu'il est en grande partie situé immédiatement sous la peau, on comprendra toute l'importance qu'acquiert, au point de vue de la morphologie du mouvement, l'état physiologique des muscles. Cet état se traduira nécessairement par une modification de la forme extérieure correspondante, et tout mouvement musculaire correspondra extérieurement à des formes spéciales qui varieront avec sa nature et son étendue.

Ce sont ces formes qui intéressent particulièrement les artistes. La vivisection du muscle, sa contraction expérimentale sur les animaux ou sur l'homme, sous l'influence d'excitants variés, autres que l'incitation volontaire, les laissent indifférents. Ce qui leur importe, c'est le muscle

humain en place, recouvert de la peau qu'il soulève de façon différente, suivant qu'il est relâché, distendu ou contracté. Ce point de vue que les physiologistes ont un peu négligé, à tort selon nous, est cependant le seul qui considère le muscle dans les conditions normales de son fonctionnement, le seul qui permette d'étudier la contraction musculaire physiologique.

FORME DU MUSCLE SUR LE VIVANT

En dehors des états physiologiques différents dans lesquels il se trouve, le muscle, sur le vivant, a une forme propre qu'il importe de bien préciser. Cette forme vivante ne dépend pas seulement du mode de structure du muscle lui-même. Elle est, en outre, grandement influencée par les faisceaux et plans fibreux périmusculaires. Nous avons déjà fait remarquer, en effet, que tous les muscles sont contenus dans une gaine aponévrotique plus ou moins dense au milieu de laquelle ils glissent dans leurs phases de raccourcissement et d'allongement. Cette enveloppe les maintient dans leurs rapports réciproques, et empêche les déplacements que le jeu des leviers osseux qu'ils font mouvoir, ne manquerait pas d'entraîner. Les pressions que subissent les corps charnus musculaires, de la part de cette enveloppe et des faisceaux qui la doublent en certains points, ont pour effet d'altérer la forme du muscle lui-même, en y produisant des dépressions et des sillons bordés de saillies. Ces sillons se produisent d'ordinaire dans le relâchement musculaire, et ont une direction *perpendiculaire à la direction des fibres charnues.*

D'un autre côté, les faisceaux musculaires eux-mêmes,

lorsqu'ils se contractent, deviennent plus distincts, par suite de leur gonflement. Ils sont séparés par des sillons dus à la cloison fibreuse qui les sépare et ne saurait se distendre en proportion. Ces sillons, indices de la contraction musculaire sont donc, par opposition à ceux que nous venons de signaler *parallèles à la direction des fibres charnues elles-mêmes*.

Au gonflement souvent caractéristique de la contraction musculaire, il faut donc ajouter, pour certains muscles, la présence de sillons non moins caractéristiques. Il convient de signaler aussi les dépressions qui se creusent au niveau de l'insertion des fibres charnues sur les fibres tendineuses et les saillies des tendons, lorsqu'ils sont superficiels.

L'étendue du raccourcissement et, par suite, le degré du gonflement diffèrent avec chaque muscle. Ils dépendent de la longueur des fibres charnues, et augmentent avec celle-ci.

Plus le muscle est long, plus il se raccourcit, et plus l'opposition sera grande avec la forme de sa contraction et celle de son relâchement. Par exemple, le biceps, cylindrique dans le relâchement, devient presque sphérique une fois contracté.

La surface du muscle contracté est d'autant plus uniforme qu'il est composé d'un moins grand nombre de faisceaux musculaires distincts. Par exemple, le deltoïde est formé de trois parties, tiers moyen, tiers antérieur et tiers postérieur dont le modelé, dans le repos du muscle, ne présente guère de différence. Dans la contraction, il n'en va plus de même. Et pendant que le tiers antérieur et le

tiers postérieur offrent une surface à peu près uniforme, le tiers moyen est marqué d'un grand nombre de sillons qui limitent les faisceaux distincts dont il est composé (fig. 26).

Mais en outre du simple relâchement et de la contraction avec raccourcissement dont nous venons de parler, il y a encore un autre état physiologique du muscle qui influe sur la forme extérieure.

Le muscle, tout en restant inactif, peut être distendu, ce qui arrive lorsque ses points d'attache sont éloignés au maximum. Ainsi, dans l'extension forcée de l'avant-bras, le biceps est distendu; dans la flexion forcée au contraire, c'est le triceps. Dans la flexion du corps en avant, les fessiers sont distendus, dans l'extension du tronc, ce sont les muscles grands droits de l'abdomen, etc...

Un muscle distendu offre généralement un relief surbaissé marqué quelquefois de sillons dans le sens des fibres musculaires. La contraction peut survenir dans un muscle distendu, et, dans ce cas, elle n'en modifie guère la forme qui reste surbaissée, mais avec une plus ferme accentuation des divers plans.

La contraction en rapprochant les attaches musculaires l'une de l'autre a pour effet de faire cesser la distension; le raccourcissement se produit, et, avec lui, les formes de la contraction sur lesquelles nous avons insisté tout à l'heure.

Au point de vue morphologique, il y a donc lieu de distinguer trois états physiologiques du muscle, le *relâchement*, la *contraction* et la *distension*.

1° Sur l'homme vivant, le *relâchement* musculaire se traduit extérieurement par un relief uniforme plus ou moins

arrondi, quelquefois marqué de sillons perpendiculaires à la direction des fibres charnues. Ces sillons sont dus soit au froncement des fibres charnues repliées sur elles-mêmes, soit à la compression de certaines brides aponévrotiques. Enfin les tendons sont peu saillants et se fondent avec les parties voisines.

2° La *distension*, qui est toujours accompagnée de l'allongement du muscle, est la cause d'une forme extérieure tout à fait différente de celle du relâchement. Le relief musculaire est moindre. Il se produit un aplatissement plus ou moins considérable suivant le degré de la distension. On observe, en outre, quelques sillons parallèles cette fois à la direction des fibres charnues et correspondant aux cloisons de séparation des faisceaux secondaires.

3° Enfin la *contraction* est l'état actif du muscle ; mais le point sur lequel je veux insister c'est qu'elle peut survenir sur un muscle relâché ou sur un muscle distendu, avec cette différence toutefois que le relâchement cesse par le fait même de la contraction, tandis que la distension peut persister à ses divers degrés malgré l'état de contraction du muscle. C'est là d'ailleurs un fait généralement admis, et la contraction musculaire est fort mal définie lorsqu'on dit qu'elle consiste dans le raccourcissement et le gonflement du muscle, car elle peut aussi bien exister avec son allongement et son amincissement.

Sur l'homme vivant, il faut donc distinguer la contraction qui s'accompagne de raccourcissement et celle qui s'accompagne d'allongement, car les formes extérieures ne sont naturellement pas les mêmes dans les deux cas.

Un muscle *contracté et raccourci* est remarquable par la

saillie de ses fibres charnues et par le relief distinct des faisceaux secondaires qui le composent. La forme d'un muscle *contracté et distendu* participe à la fois aux formes spéciales à la contraction et à la distension, c'est-à-dire qu'il se distingue par l'accentuation des divers faisceaux dont il se compose, et par un relief des fibres charnues variable avec le degré de la distension, mais toujours moindre que le relief dû au simple relâchement musculaire.

La conclusion de ceci, aussi intéressante pour le physiologiste qui veut étudier sur le nu le jeu de la machine humaine, que pour l'artiste qui veût représenter le corps humain en mouvement, c'est que la saillie que fait un muscle ne saurait à elle seule constituer un indice certain de l'état d'activité ou contraction, pas plus que son aplatissement ne coïncide toujours avec l'état de repos ou relâchement.

On verra presque toujours sur un muscle distendu la contraction diminuer le relief au lieu de l'exagérer. Pour juger sûrement de l'état d'activité ou de repos musculaire, il faut faire intervenir un autre élément d'appréciation qui consiste dans le modelé spécial de la région.

Pour chaque muscle, il y aurait donc lieu d'étudier ces trois formes nettement tranchées que nous venons d'indiquer reliées entre elles par tous les degrés intermédiaires.

Les caractères morphologiques que nous venons d'assigner à chacun de ces trois états des muscles sont d'ordre général. Ils revêtent, pour chaque muscle superficiel, des caractères particuliers avec lesquels l'artiste doit se familiariser, guidé par les notions générales que nous venons de lui soumettre. Pour lui faciliter cette étude, nous con-

sacrerons le chapitre suivant à l'étude spéciale de la morphologie de quelques muscles en action. Mais il nous faut actuellement poursuivre l'étude de la contraction musculaire physiologique.

CONTRACTION MUSCULAIRE PHYSIOLOGIQUE

D'après ce qui précède, on pourrait croire que, dans un mouvement quelconque, les muscles contractés sont toujours ceux qui se trouvent du côté où se produit le mouvement, par exemple les fléchisseurs, si la flexion se produit, les extenseurs si c'est l'extension, et ainsi du reste, pendant que les muscles distendus sont du côté opposé. La chose serait vraie si la pesanteur était supprimée, si le corps se mouvait dans un milieu aussi dense que lui. Elle est presque exacte pour un homme plongé dans l'eau, pour un nageur par exemple. Mais dans les conditions ordinaires de la vie, il n'en va plus de même.

Il ne faut pas oublier, en effet, que tous les mouvements du corps résultent du conflit ou du concours de deux forces agissant simultanément, l'action musculaire, d'un côté, et, de l'autre, la pesanteur. Ces deux forces agissent sur les os qui font office de leviers. D'ordinaire, la pesanteur représente la résistance, le muscle la puissance et l'articulation le point d'appui. Mais il arrive aussi que les rôles sont intervertis, et que la pesanteur devient la puissance, pendant que la résistance est représentée par la contraction musculaire. Ceci peut avoir lieu pour un même système, suivant sa

position dans l'espace et suivant la direction des mouvements. D'autres fois, contraction musculaire et pesanteur, au lieu de se contrarier, agissent dans le même sens et s'ajoutent.

Prenons un exemple :

Considérons les mouvements de flexion et d'extension de l'avant-bras sur le bras. Dans le mouvement de flexion (fig. 17), le système représente un levier du 3e genre. Le point d'appui est à l'articulation, la puissance au point d'attache des muscles fléchisseurs, et la résistance au centre de gravité de l'avant-bras et de la main.

Dans l'extension, les choses changent, et trois cas peuvent se présenter : 1° l'extension est produite sous la seule influence de la pesanteur, l'avant-bras retombe de lui-même, l'action musculaire est nulle ; 2° l'extension se fait lentement, et l'action musculaire est nécessaire pour contre-balancer en partie l'action de la pesanteur. Dans ce cas, les muscles contractés sont toujours les *fléchisseurs*, bien que le mouvement soit d'*extension*, mais leur rôle est changé ; ils résistent à la force qui entraîne le membre. Ils sont maintenant la résistance, et la pesanteur devient la puissance dans le levier du deuxième genre que représente alors le système ; 3° l'extension est très rapide et dépasse la vitesse imprimée au membre par la seule influence de la pesanteur. Une nouvelle intervention de l'action musculaire est donc nécessaire, mais elle n'est plus à la même place. La contraction n'est plus dans les fléchisseurs, elle est dans l'*extenseur* qui précipite le mouvement.

La contraction musculaire se présente donc ici sous deux aspects. D'un côté, elle l'emporte sur l'action de la

pesanteur, soit qu'elle la combatte, soit qu'elle l'accélère. D'un autre côté, elle cède plus ou moins rapidement à la pesanteur qui entraîne le membre et ne fait plus office que de modérateur. Dans le premier cas, la contraction musculaire est un véritable *moteur ;* dans le second, elle remplit le rôle d'un *frein* qui retarde le mouvement.

Il est encore un troisième cas, c'est celui dans lequel la contraction musculaire fait juste équilibre à la pesanteur, et maintient le membre immobile dans une position donnée.

Cette dernière forme de la contraction a été appelée *contraction statique.*

La contraction *dynamique* est celle qui accomplit un travail mécanique en élevant un poids à une certaine hauteur. On la désigne aussi sous le nom de contraction dynamique avec travail positif.

J'appellerai *contraction frénatrice* celle qui simplement retarde la chute du membre entraîné par la pesanteur. C'est la contraction dynamique avec travail négatif des auteurs.

Cette dernière forme de la contraction est d'un usage extrêmement fréquent dans la mécanique humaine. Que l'homme se penche en avant, en arrière ou sur le côté, qu'il s'accroupisse, qu'il abaisse lentement les membres après les avoir élevés, c'est la contraction frénatrice qui intervient. En un mot, elle existe dans une des phases de tout mouvement d'une vitesse lente ou modérée, se produisant dans un plan vertical ou oblique. Elle a pour caractère de siéger dans les muscles dont l'action est antagoniste du mouvement exécuté, dans les fléchisseurs, par exemple, lors du mouvement d'extension, dans les

élévateurs, lors de l'abaissement, etc. Elle se présente, au point de vue morphologique, sous les mêmes apparences que la contraction dynamique. La forme du muscle est la même dans les deux cas.

Les photographies instantanées montrent que, dans les conditions de vitesse signalées plus haut, c'est-à-dire avec une vitesse lente ou modérée, la forme d'un membre ne diffère pas sensiblement qu'il s'étende ou se fléchisse, qu'il s'abaisse ou s'élève, etc... Les planches I, II, III et IV contiennent des exemples parfaitement concluants pris dans les séries chronophotographiques faites récemment avec M. Londe (Pl. I, fig. 1 et 2, 3 et 4. Pl. II, fig. 1 et 2. Pl. III, fig. 1 et 2. Pl. IV, fig. 1 et 3). Néanmoins, j'ai constaté d'une façon très nette, entre ces deux formes de la contraction musculaire, une petite différence que ne donne point la photographie, mais parfaitement appréciable à l'œil.

Dans la contraction frénatrice, le muscle est le siège de petites palpitations. Il n'y a pas là de différence fondamentale, car les palpitations peuvent se voir aussi dans la contraction dynamique. Mais elles sont moins accentuées et plus rares. En tout cas, l'opposition entre les deux formes de contraction est très nette, car elles existent constamment, et en grand nombre, dans la contraction frénatrice. La différence est frappante, lorsque l'on regarde le biceps alors que l'avant-bras se fléchit et s'étend, le deltoïde alors que le bras s'élève et s'abaisse, les masses sacro-lombaires alors que le tronc se fléchit ou s'étend, etc.

Cette palpitation du muscle se traduit sur les tracés obtenus avec le myographe par des irrégularités de la

courbe musculaire toujours plus accentuées dans la descente que dans la montée. Il semble que le muscle se décontracte par saccades et non pas d'une façon uniforme.

Il ne serait pas sans intérêt pour l'étude que nous poursuivons en ce moment, de savoir exactement quelle est la valeur de l'effort musculaire déployé dans ces diverses formes de la contraction. Malheureusement la solution du problème est entourée des plus grosses difficultés qui découlent toutes de ce fait qu'il n'y a aucune parité entre le travail musculaire intérieur et le travail extérieur produit ou travail mécanique. On a cherché alors la mesure de l'effort musculaire dans la mesure de l'énergie qui est à son origine, laquelle énergie, suivant les circonstances, se transformerait partiellement ou totalement en chaleur sensible. Mais la mesure de l'échauffement des muscles n'a pas encore donné entre les mains des divers auteurs des résultats concordants, et la question est encore à l'étude.

Aussi ai-je cherché théoriquement à me faire une idée des valeurs relatives en question et voici les raisonnements très simples qui nous viennent à l'esprit.

Je suppose trois cas de flexion à angle droit de l'avant-bras sur le bras, dans chacun desquels le biceps soit dans un état de contraction différent.

Dans le premier cas, le membre est immobile, le biceps est en contraction statique.

Dans le deuxième cas, l'avant-bras se fléchit, le biceps est en contraction dynamique avec travail positif.

Dans le troisième cas, le membre s'étend, le biceps est en contraction dynamique avec travail négatif (contraction frénatrice).

Dans les trois cas, l'effort musculaire est comparable, car le degré du raccourcissement du muscle est le même, la charge est également la même représentée par le poids de l'avant-bras. De plus, je suppose le temps égal dans les trois cas, temps représenté si l'on veut par la fraction de seconde nécessaire pour obtenir l'image chronophotographique.

Eh bien, si je ne puis comparer directement entre elles ces trois formes de la contraction du biceps puisque j'ignore la valeur absolue de chacune, je n'en arriverai pas moins au résultat cherché si je les compare à une autre force toujours semblable à elle-même. Cette autre force est toute trouvée, c'est la pesanteur qui agit à l'autre extrémité du levier.

Or, dans le premier cas, puisqu'il y a équilibre il faut bien admettre que les deux forces sont égales.

Donc : Contraction statique = P.

Dans le second cas, puisqu'il y a flexion, l'action musculaire l'emporte sur la pesanteur.

Donc : Contraction dynamique avec travail positif > P.

Dans le troisième cas, la contraction musculaire le cède à la pesanteur puisqu'il y a extension.

Donc : Contraction dynamique avec travail négatif < P.

D'où nous pouvons conclure que l'effort statique est plus petit que l'effort dynamique avec travail positif et plus grand que l'effort dynamique avec travail négatif. Et si nous comparons entre eux les deux efforts dynamiques, nous conclurons que l'effort avec travail positif est plus grand que l'effort avec travail négatif.

Il s'agit de rechercher maintenant si l'examen de nos photographies instantanées obtenues par M. Londe, confirme cette vue de l'esprit. Trouverons-nous, par exemple,

sur les photographies comparables du biceps en contraction dynamique ou en contraction frénatrice, des différences morphologiques correspondant à des efforts musculaires différents ?

Ce que j'ai dit plus haut ne semble pas confirmer cet *a priori*. J'ai dit, en effet, que les formes de la contraction frénatrice étaient semblables à celles de la contraction dynamique, et que l'image d'un membre qui s'étend ne différait guère de celle d'un membre qui se fléchit. Ceci est certainement vrai d'une manière générale. Mais en y regardant de près, on trouve sur certaines de nos photographies, entre les deux formes de la contraction, une différence non pas dans la forme générale du muscle, mais dans le degré d'accentuation de cette forme.

Sur les deux photographies de la planche I, fig. 3 et 4, qui représentent la flexion et l'extension de l'avant-bras avec un poids dans la main, il est bien évident que le biceps du membre qui se fléchit forme un relief plus isolé, souligné par une ombre plus forte que le relief du biceps du membre qui s'étend. La saillie générale du muscle est la même dans les deux cas, mais, dans l'extension, le relief du biceps se confond avec celui des parties voisines, tandis que, dans la flexion, il en est séparé par un sillon qui indique clairement une tension plus accusée du muscle.

Nous ajouterons que ces différences de valeur entre les diverses formes de la contraction varient certainement avec la vitesse du mouvement exécuté. Plus le mouvement sera lent, plus ces différences s'atténueront ; elles s'accentueront au contraire avec la rapidité du mouvement.

En effet, si le mouvement de flexion et d'extension de

l'avant-bras s'exécute très lentement, les deux efforts dynamiques, à la montée et à la descente, tendent à se rapprocher de l'effort statique, sans toutefois y atteindre jamais, du moins théoriquement, tant que le mouvement existe.

Lorsqu'au contraire, le mouvement augmente de rapidité, l'effort du muscle qui retarde la chute du membre est d'autant moindre qu'il la retarde moins, c'est-à-dire que le mouvement du membre se rapproche davantage de celui que lui imprimerait la seule action de la pesanteur. Il en résulte que, dans ces circonstances, les différences ne peuvent que s'accentuer entre les deux formes de la contraction dynamique.

Nous pouvons donc conclure que les *images d'un membre qui s'étend, différeront d'autant plus de celles du même membre qui se fléchit que la rapidité du mouvement sera plus grande.*

L'expérience nous montre, en effet, que, dans les mouvements très rapides, l'opposition est complète entre le membre qui se fléchit et le membre qui s'étend. Les photographies Pl. I, fig. 5 et 6, sont parfaitement concluantes. Dans la flexion, le biceps forme un relief qui n'existe plus dans l'extension.

Je sais bien qu'alors le biceps est inactif au moment de l'extension et qu'il ne saurait plus être question de contraction frénatrice. Aussi je ne rappelle ce cas que pour montrer le point extrême vers lequel tend la contraction frénatrice du biceps, alors qu'augmente la vitesse de l'extension de l'avant-bras sur le bras.

Les quelques considérations quelque peu techniques dans lesquelles nous venons d'entrer, ont une grande importance au point de vue de la morphologie des membres en mouve-

ment. Il en résulte qu'il n'est point toujours vrai que la forme d'un membre diffère suivant le sens du mouvement. Cela n'est vrai que dans certaines conditions déterminées.

Il peut donc arriver que, sur l'image immobile d'un membre qui se meut, il soit complètement impossible, dans certains cas, de distinguer dans quel sens il se meut. D'où il résulte que, dans les mêmes circonstances, l'artiste ne saurait donner au membre qui se fléchit d'autres formes qu'à celui qui s'étend.

Prenons, comme exemple, la flexion et l'extension de l'avant-bras sur le bras, celui demeurant vertical.

C'est un des mouvements les plus simples de l'économie.

La flexion est obtenue par la contraction des muscles biceps, brachial antérieur et long supinateur. (Voyez *Anatomie*, p. 223.)

L'extension est sous la dépendance d'un seul muscle, le triceps brachial.

L'image obtenue par la photographie instantanée du membre au milieu de son mouvement de flexion, ne diffère pas essentiellement de celle qui est obtenue au milieu du mouvement d'extension. Dans l'une comme dans l'autre, le biceps apparaît manifestement contracté. (Pl. I, fig. 1 et 2.) La contraction est plus évidente encore, lorsque la main est chargée d'un poids. Dans ce cas, à la contraction du biceps, on voit manifestement s'ajouter celle du long supinateur. (Pl. I, fig. 3 et 4.) Si une différence existe, c'est dans l'intensité seulement de la contraction qui paraît plus forte sur le membre qui se fléchit. La raison de ces apparences

a été exposée plus haut, elle consiste dans ce fait que, dans cet exemple, quel que soit le sens du mouvement, ce sont toujours les muscles fléchisseurs qui entrent en contraction. Dans la flexion, ils font office de moteurs, (contraction dynamique); dans l'extension, ils agissent à la manière d'un frein (contraction frénatrice).

Il est bien entendu que ceci n'a lieu que lorsque le mouvement est lent ou modéré, en tous cas, moins rapide que celui qui serait imprimé au membre par la seule action de la pesanteur. Si au lieu de soulever un poids, la main, dans ce même mouvement, opérait une traction sur un poids par l'intermédiaire d'une poulie située en haut (Pl. II, fig. 1 et 2), on observerait les mêmes phénomènes, et le membre qui se fléchit ressemblerait considérablement au membre qui s'étend. Seulement la contraction au lieu d'être au biceps, se trouve à la partie postérieure du bras, au triceps. Je n'insiste pas sur ces faits qui sont évidents et apparaissent très nettement sur nos photographies.

Mais les apparences changent si le mouvement est exécuté avec une grande rapidité. Dans la flexion, les fléchisseurs sont contractés comme tout à l'heure, mais ils sont manifestement relâchés dans l'extension. (Pl. I, fig. 5 et 6.) Il y a, en outre, d'autres remarques fort intéressantes à faire sur ces mouvements rapides. Nous y reviendrons plus loin en parlant du jeu des antagonistes.

Les phénomènes analogues à ceux que nous venons d'observer dans la flexion de l'avant-bras sur le bras se montrent naturellement en bien d'autres circonstances, ainsi que je l'ai déjà fait remarquer plus haut.

C'est ainsi que dans les exercices avec haltères, le membre

qui soulève l'haltère ressemble absolument à celui qui le descend.

Dans les exercices aux anneaux, les deux phases du rétablissement, la montée et la descente sont presque semblables au point de vue morphologique.

Dans le pas sur place, le membre qui se lève a les mêmes apparences que celui qui s'abaisse.

Dans l'exercice qui consiste à s'accroupir et à se relever, le modelé des membres inférieurs est le même dans la descente et dans la montée, etc., etc.

On trouvera, dans l'atlas que je publie avec mon ami A. Londe, de nombreuses photographies instantanées où tous ces faits apparaissent avec la dernière évidence.

DU JEU DES ANTAGONISTES

Nous avons vu que les muscles sont disposés autour des articulations de telle manière que le raccourcissement des uns amène la distension des autres. Les muscles agissant ainsi en sens inverse sont appelés *antagonistes*.

Que se passe-t-il pendant la contraction d'un groupe musculaire, dans le groupe antagoniste ? D'après la doctrine classique, quand un muscle se contracte, un fléchisseur, par exemple, le muscle extenseur est inactif, il se laisse tout simplement allonger et n'oppose d'autre résistance que celle de sa tonicité. Malheureusement, les choses ne sont pas aussi simples que cela. Quelques auteurs, et en particulier M. Beaunis, ont démontré que, dans la plupart des cas, les muscles antagonistes se contractent simultanément et que le mouvement produit est la résultante des contractions qui ont lieu simultanément dans les muscles antagonistes.

Sans entrer dans le détail des expériences sur les animaux entreprises par M. Beaunis dans le but d'élucider cette intéressante question, je donnerai les conclusions auxquelles est arrivé cet auteur.

Trois cas peuvent se présenter :

1° Les deux muscles (ou groupes de muscles) antagonistes se contractent simultanément ; c'est le cas le plus habituel, le type normal ;

2° Un seul des muscles se contracte, l'autre reste immobile, c'est l'exception ;

3° Un des muscles se contracte ; le muscle antagoniste se relâche et s'allonge.

Ces faits expérimentaux observés sur des muscles dénudés et détachés par une de leurs extrémités pour être mis en rapport avec un appareil enregistreur, sont interprétés comme il suit par M. Beaunis.

Inutile de parler du second cas, dans lequel un des muscles reste immobile ; le mouvement étant produit par la contraction d'un seul muscle, il n'y a besoin d'aucune autre explication.

Dans le premier cas, lorsque les deux muscles antagonistes se contractent simultanément, le mouvement n'aura lieu que si les deux contractions ne sont point égales. Il se produira alors dans le sens de la contraction la plus forte, et son étendue sera proportionnelle à la différence des deux contractions.

Dans le troisième cas, contraction d'un côté et relâchement de l'autre, le résultat est tout différent. Les actions musculaires loin de se détruire, s'ajoutent l'une à l'autre puisqu'elles entraînent le membre dans le même sens. La résultante au lieu d'être une différence est la somme des deux actions musculaires.

Mais il ne faut pas oublier que toutes les expériences ont porté sur les animaux et sur des muscles n'ayant plus leurs connexions physiologiques.

Il était intéressant de rechercher dans quelle mesure ces différents modes de réagir des antagonistes peuvent s'observer chez l'homme dans le jeu régulier des divers mouvements. Nous verrons que nos observations confirment au moins en partie les expériences de M. Beaunis.

Considérons à nouveau un mouvement très simple, la flexion de l'avant-bras sur le bras.

Dans le mouvement lent, la main n'étant chargée d'aucun poids, on remarque, lors de la flexion, un certain relief du triceps qui est le muscle extenseur, relief qui peut faire croire à un certain degré de contraction de ce muscle qui est le muscle antagoniste. Nous serions ici dans le premier cas de M. Beaunis, cas dans lequel les deux muscles antagonistes entreraient à la fois en contraction, l'un pour exécuter le mouvement, l'autre pour le modérer. Le résultat obtenu est une différence suivant la théorie parfaitement juste de M. Beaunis. L'effort du muscle fléchisseur, dans ce cas, se trouvent partiellement annihilé par la résistance active du muscle antagoniste contracté.

Cette contraction de l'antagoniste, toute faible qu'elle soit, paraît évidente sur nos séries chronophotographiques. (Pl. I, fig. 1.) Si l'on compare l'image du membre qui se fléchit à l'image du membre soutenu et maintenu immobile dans la même position, on voit, dans ce dernier cas, un relâchement évident se produire non seulement dans le biceps dont l'action devient inutile, mais aussi dans le triceps. L'expérience suivante, très facile à répéter, montre, de la manière la plus évidente, la contraction simultanée dés muscles antagonistes. Nous prions le modèle de laisser son membre

inerte pendant que nous soulevons son avant-bras jusqu'à ce qu'il forme un angle droit avec le bras, nous constatons que le biceps reste dans le relâchement et que le triceps est légèrement distendu. Mais si nous abandonnons le membre tout d'un coup en priant le modèle de conserver la position, on voit très nettement le triceps se contracter en même temps que le biceps.

Si, maintenant, nous comparons l'image du membre qui se fléchit à celle du membre qui s'étend, nous constatons que le triceps est moins contracté dans le second cas que dans le premier. (Pl. I, fig. 1 et 2.) Fait de prime abord paradoxal, puisque le triceps est le muscle extenseur, mais qui se comprend, si l'on songe que, dans ce cas (mouvement lent), le muscle actif dans l'extension est encore le fléchisseur dont la contraction n'a plus besoin de la modération de son antagoniste.

On peut constater également que lorsque la contraction du biceps augmente d'intensité, la contraction du triceps augmente également. Sur un membre qui soulève en se fléchissant un poids très lourd, le corps charnu du triceps est plus ramassé que dans le même mouvement de flexion à vide, ce qui indique un état de contraction plus marqué dans le premier cas que dans le second. (Pl. I, fig. 1 et 3.)

Passons maintenant à l'étude fort curieuse de ce qui se passe dans les mêmes mouvements de flexion et d'extension de l'avant-bras sur le bras, exécutés très rapidement et sans s'arrêter un certain nombre de fois de suite.

Nous voyons alors les muscles antagonistes — je considère particulièrement alors le biceps et le triceps — se contracter fort énergiquement à tour de rôle pour entraîner le

membre alternativement chacun de son côté, et en même temps nous constatons que chacun des muscles cesse son action subitement avant que le membre ait achevé son mouvement qui se continue en vertu de la seule inertie des parties.

Ainsi, prenons le membre au moment où il est étendu; le biceps se contracte alors fort énergiquement et sa contraction persiste encore au moment où le membre passe à l'angle droit, mais arrivé au point extrême de flexion, le muscle biceps est complètement relâché. La comparaison des deux figures 3 et 5 de la planche II est fort instructive. Toutes les deux sont prises sur le membre en mouvement, sur l'une (5), le membre se meut lentement, sur l'autre (3), il se meut très vite. Sur la première, le relief du biceps est énorme. Sur la seconde, le biceps est comme aplati.

A partir de ce moment, l'avant-bras s'étend alors sous l'influence d'une contraction énergique du triceps nullement entravé par le biceps qui est complètement relâché (ce qui n'a pas lieu dans le mouvement lent). Mais avant que le membre arrive à l'extension, le triceps est déjà relâché et la photographie (fig. 4 de la planche II), prise pendant le mouvement très rapide nous montre un membre étendu à l'extrême avec un extenseur absolument flasque, ce qui n'a point lieu pour le mouvement lent (fig. 6, Pl. II), sur lequel nous voyons le triceps contracté.

Ainsi donc, dans ce cas, l'avant-bras se trouve pour ainsi dire lancé dans les deux directions différentes, par la contraction momentanée et alternative des deux muscles antagonistes, à la manière d'une balle que deux joueurs de paume se renvoient.

Nous pouvons retrouver ce jeu des antagonistes dans les diverses parties d'un même muscle (le deltoïde) lors de l'élévation des bras en dehors. Le fait est particulièrement saisissant et mérite que nous nous y arrêtions un instant.

L'élévation des bras en dehors est sous la dépendance du muscle deltoïde. Je néglige pour le moment l'action synergique du grand dentelé. Mais le muscle ne concourt pas dans son entier à ce mouvement d'élévation, ses deux tiers antérieurs sont élévateurs, son tiers postérieur, au contraire, est abaisseur du bras ; ce dernier tiers est donc antagoniste de l'autre portion du muscle. (Voir p. 120.)

Que le membre s'élève ou s'abaisse, la main chargée d'un poids ou à vide, la forme du deltoïde ne change guère, et la contraction n'existe toujours que dans les deux tiers antérieurs. Sur des photographies instantanées, qui représentent un homme abaissant un bras pendant que l'autre s'élève et saisi juste au moment où les deux membres sont au même niveau, il est impossible de dire, d'après le seul examen morphologique des deux membres, lequel descend et lequel monte.

Si le membre, dans ce mouvement, au lieu de porter un poids, exerce une traction de haut en bas par l'intermédiaire d'une poulie placée en haut et d'une corde, les choses changent. Le muscle en jeu est l'abaisseur, au lieu d'être l'élévateur, et c'est le tiers postérieur du deltoïde qu'on voit alors se contracter (Pl. III, fig. 1 et 2). La contraction est plus forte, cela va sans dire, dans l'abaissement que dans l'élévation du membre, car dans ce dernier cas, le muscle ne fait que retenir le poids entraîné par la pesanteur, c'est

la contraction frénatrice diminuée encore par les frottements de la corde sur les poulies. Mais dans les deux cas, la contraction est évidente.

Si maintenant nous considérons l'épaule du membre qui se meut très rapidement (Pl. III, fig. 3, 4, 5 et 6), nous voyons une opposition complète dans les formes, suivant que le membre monte ou descend. S'il monte, la contraction est aux deux tiers antérieurs du deltoïde, s'il descend, elle est au tiers postérieur. Les photographies instantanées sont très démonstratives.

Dans ce cas, il nous sera donc très facile sur l'image du membre saisi au milieu de son mouvement de dire dans quel sens s'exécute ce mouvement.

De même sur l'image du membre arrivé à son point extrême d'élévation, nous saurons s'il se meut lentement ou rapidement. Dans le premier cas, la contraction de la partie moyenne et antérieure du deltoïde se maintient, tandis que, dans le mouvement rapide, elle n'existe plus bien avant que le membre ait atteint la fin de sa course. (Pl. IV, fig. 4, 5 et 6.)

C'est encore là un exemple de cette sorte de contraction balistique qui lance le membre dans une direction et cesse bien avant que le membre ait achevé son mouvement.

Nous venons de constater, dans le mouvement rapide, sur le bras qui monte, un relâchement du deltoïde bien avant que ce membre ait atteint la verticale, de même on peut constater, lorsque le membre est en bas, près de la fin de sa course, un relâchement des abaisseurs (grand pectoral en avant, tiers postérieur du deltoïde, grand rond, grand dorsal en arrière).

Nous pouvons, de ce qui précède, tirer quelques conclusions intéressantes pour les artistes.

A. *Dans les mouvements lents, il faut distinguer deux cas :*

1° *Ceux qui s'exécutent dans un plan vertical ou plus ou moins oblique ;*

2° *Ceux qui se passent dans un plan horizontal.*

Les premiers sont influencés par la pesanteur ; dans les seconds, la pesanteur n'est pour rien.

Dans les premiers, quel que soit le sens du mouvement, l'action musculaire est dirigée toujours du même côté, du côté de l'effort à faire pour vaincre entièrement l'action de la pesanteur ou pour lui résister partiellement.

Exemples : dans la flexion ou l'extension de l'avant-bras sur le bras, celui-ci restant vertical, l'effort musculaire est toujours au biceps ; dans la flexion du corps en avant ou dans son redressement, l'action musculaire est toujours aux extenseurs spinaux et fessiers ; dans l'élévation du bras en dehors ou dans son abaissement, l'action musculaire est toujours aux muscles élévateurs, deltoïde, grand dentelé ; dans la flexion de la jambe sur la cuisse, celle-ci demeurant dans le voisinage de la verticale, ou dans son extension, l'action musculaire est toujours aux fléchisseurs (muscles postérieurs de la cuisse). Les choses changent si la cuisse fléchie sur le bassin est maintenue horizontale. Dans ce cas, l'extension de la jambe est produite par l'extenseur triceps fémoral, qui entre encore en contraction dans le mouvement de la jambe en sens inverse, etc., etc...

Dans tous les cas, la forme du membre en action ne changera guère quel que soit le sens du mouvement.

Dans la deuxième série des mouvements lents, ceux qui se

passent dans le plan horizontal, les choses changent complètement et l'action musculaire se produit du côté même où s'effectue le mouvement. Exemple : si le membre supérieur étendu horizontalement en dehors est mû alternativement en avant et en arrière, ce sont des muscles différents qui entrent en action dans les deux mouvements ; muscles situés en avant de l'épaule (tiers antérieur du deltoïde, partie supérieure du grand pectoral) pour le mouvement en avant, muscles situés en arrière (tiers postérieur du deltoïde) pour le mouvement en ce sens.

Les mouvements de rotation des membres sur leur axe obéissent aux mêmes lois. La rotation en dehors s'obtient par l'action d'autres muscles que la rotation en dedans.

Dans les mouvements lents, j'ajouterai que les antagonistes du mouvement sont généralement légèrement contractés.

B. *Dans les mouvements très rapides, il n'y a pas de catégorie à établir ; dans tous ces cas, les choses se passent comme dans les mouvements qui ne sont pas influencés par la pesanteur. L'action musculaire existe toujours du côté du sens du mouvement;* par exemple, dans les fléchisseurs lors de la flexion, dans les extenseurs, lors de l'extension, et les muscles antagonistes sont manifestement relâchés.

Dans ces cas, la forme du membre devra être telle qu'à la seule inspection on puisse déduire le sens dans lequel le membre se meut.

DU PHÉNOMÈNE DE L'EFFORT

Dans la mécanique musculaire, il est encore un autre point fort important à signaler au point de vue de la forme extérieure du corps en mouvement.

Tous les segments du squelette ayant une certaine mobilité les uns sur les autres, il faut, pour qu'un muscle déplace avec sûreté et précision l'os attaché à l'une de ses extrémités, que celui sur lequel prend insertion son autre extrémité devienne fixe et soit par suite immobilisé par la contraction des autres muscles qui s'y attachent. C'est ainsi que, dans les mouvements un peu violents, cette contraction synergique gagne de proche en proche jusqu'aux parties les plus éloignées de la région du corps siège de l'action.

Chez un homme qui soulève un haltère, les membres inférieurs travaillent autant que les bras.

Mais un grand nombre de muscles du torse et des membres s'insèrent sur la cage thoracique dont les différentes pièces mobiles les unes sur les autres ne sauraient fournir un point d'appui solide qu'à la condition d'être fixées. Or cette fixation s'obtient par un mécanisme particulier, par le mécanisme de l'effort. Dans toute action musculaire un peu intense, l'homme fait effort.

Lorsque l'effort va se produire, l'homme commence par faire une profonde inspiration en général proportionnée au degré de la résistance à vaincre. Puis, il contracte avec énergie les muscles expirateurs. Mais au moment où, sous l'influence de ce vigoureux mouvement d'expiration, l'air va être expulsé de la poitrine, le chemin de l'air se trouve fermé par la constriction des lèvres de la glotte. Il en résulte que la résistance élastique de l'air enfermé dans le poumon forme un appui sur lequel la contraction des muscles expirateurs presse et immobilise la cage thoracique. Le tronc fournit ainsi un point d'appui solide aux muscles qui s'y attachent et doivent se contracter pour vaincre la résistance.

Pendant l'effort, la circulation pulmonaire est considérablement gênée, et, pour peu qu'il se prolonge, toute la face devient rouge et violacée, et l'on voit survenir la distension des veines du cou, de la face et même des membres supérieurs.

CHAPITRE III

MORPHOLOGIE

DE QUELQUES MUSCLES EN ACTION

Je crois utile d'appliquer quelques-unes des données générales du chapitre qui précède, relatives à la morphologie des muscles en action, et d'étudier spécialement à ce point de vue quelques muscles superficiels choisis parmi ceux qui jouent un rôle important dans la conformation extérieure du corps humain. Nous étudierons successivement, au tronc, le grand pectoral, le grand droit de l'abdomen, les spinaux lombaires ; le deltoïde, le biceps et le triceps, au membre supérieur ; enfin les fessiers, le quadriceps et le triceps sural, au membre inférieur.

I

GRAND PECTORAL

Le muscle grand pectoral occupe toute la région mammaire dont la configuration est à peu de chose près celle

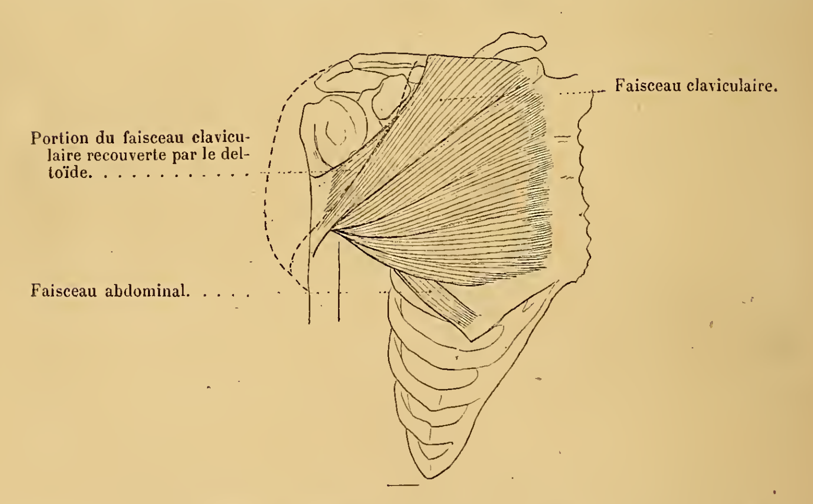


Fig. 19. — Muscle grand pectoral. Le profil du muscle deltoïde est figuré en pointillé.

du muscle lui-même. Il s'étend de la clavicule et du thorax à l'humérus. Ce muscle est formé de faisceaux convergeant vers l'insertion humérale. Les supérieurs sont dirigés de

haut en bas, les moyens transversalement, les inférieurs de bas en haut.

Mais ces divers faisceaux se croisent avant d'atteindre l'humérus, les faisceaux supérieurs passent en avant des inférieurs (fig. 19). Le faisceau le plus élevé vient de la clavicule, il est de beaucoup le plus épais, et ses fibres charnues se rendent à la face antérieure et au bord inférieur d'une aponévrose d'insertion distincte supérieurement de l'aponévrose à laquelle se rendent les fibres des faisceaux postérieurs et inférieurs. Cette dernière aponévrose règne dans le corps du muscle.

Cet entre-croisement des faisceaux charnus a pour résultat de doubler en dehors l'épaisseur du muscle au point où il quitte le thorax pour former la paroi antérieure de l'aisselle.

Les fibres charnues augmentent de longueur de haut en bas et le faisceau le plus inférieur qui descend jusqu'à l'aponévrose abdominale a de beaucoup les fibres les plus longues.

Je rappellerai la description que j'ai déjà donnée de la région mammaire au repos, le bras retombant naturellement le long du corps[1].

Cette étude est nécessaire pour bien saisir les modifications apportées à cette forme par les différents états physiologiques du muscle grand pectoral.

En haut, la clavicule fait une forte saillie sur le plan de la région, saillie due au peu d'épaisseur du muscle à ce

[1] *Anatomie artistique*, p. 172.

niveau, en même temps qu'à la forte courbure en avant présentée par toute la partie interne du bord antérieur de l'os où ce muscle prend insertion (fig. 20). Une dépression triangulaire, qui prend le nom de fossette sous-claviculaire, sépare les insertions du grand pectoral de celles du deltoïde. Elle est occasionnée par l'écartement de ces deux muscles

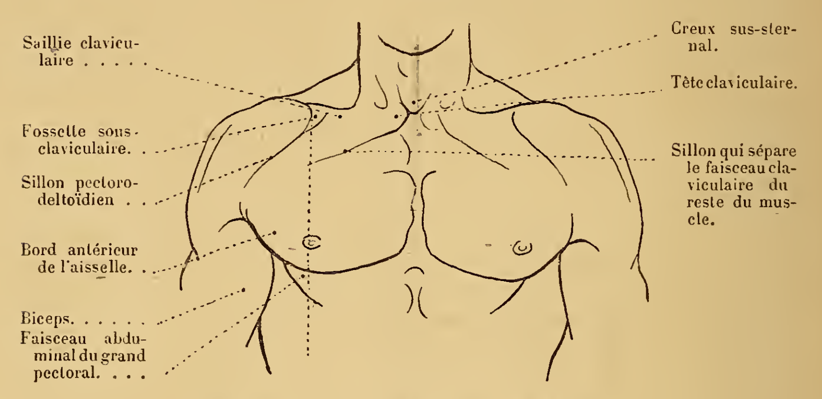


Fig. 20. — Région pectorale ou mammaire.

qui, jusque-là accolés l'un à l'autre, s'éloignent au moment où ils atteignent la clavicule. Cette juxtaposition n'équivaut point à une fusion. Un léger sillon (sillon pectoro-deltoïdien) partant de la dépression sous-claviculaire descend en bas et en dehors jusqu'au niveau de l'angle inférieur du deltoïde; il établit la ligne de démarcation entre les deux muscles, et, en même temps, fixe les limites de la région pectorale et de la région de l'épaule. Ce sillon est occupé par une veine qui vient du bras, la veine céphalique.

De tous les autres côtés, la région forme saillie sur les parties avoisinantes : en dedans saillie légère sur la région sternale; en bas, saillie d'autant plus vigoureuse que l'on approche du bras, au niveau duquel le muscle, quittant la

cage thoracique pour aller s'insérer à l'humérus, constitue le bord antérieur de l'aisselle.

Ce bord antérieur, fort épais en raison de la disposition des fibres musculaires signalée plus haut, n'est pas dirigé directement en dehors. Même dans l'abaissement du bras, il suit une direction nettement ascendante, pour se perdre en s'amincissant entre le relief du biceps et celui du deltoïde, au niveau de l'extrémité inférieure du sillon pectoro-deltoïdien, avec lequel il forme un angle aigu. Cette inclinaison du bord antérieur de l'aisselle résulte de la direction des fibres inférieures du muscle pectoral qui, nées des cartilages des fausses côtes et même de l'aponévrose abdominale, sont forcées de remonter pour gagner leur insertion humérale située sur un plan beaucoup plus élevé. Le bord antérieur de l'aisselle forme également un angle avec le sillon sous-mammaire qui borde la région par en bas. Mais cet angle est obtus et arrondi. C'est à son niveau que se trouve le mamelon, situé toujours en dedans d'une ligne verticale abaissée de la fossette sous-claviculaire.

Le sillon sous-mammaire n'est pas horizontal, il est oblique de bas en haut, et de dehors en dedans, il suit une direction curviligne et parfois presque droite. Il est large, peu profond, peu accentué en dedans et s'accuse d'autant plus qu'il est plus proche de l'aisselle où il se perd. Sa situation répond au cartilage de la cinquième côte dont il coupe très obliquement la direction. Il est occasionné par le relief des fibres charnues sur les fibres aponévrotiques d'insertion qui elles-mêmes descendent jusqu'au cartilage de la sixième et de la septième côte.

Enfin, lorsque le muscle est dans le relâchement, le bras

tombant naturellement le long du corps, sa masse, pourvu qu'elle soit un peu puissante, se trouve entraînée par la seule action de la pesanteur en bas et en dehors, augmentant ainsi le relief inférieur de la région et la profondeur du sillon qui la borde.

Le bord interne de la région pectorale est marqué par la saillie des fibres charnues qui prennent insertion sur le côté du sternum, saillie généralement peu accusée, plus marquée en bas qu'à la partie supérieure, et qui suit une ligne courbe plus ou moins irrégulièrement festonnée ; ce qui tient à ce que les fibres du muscle, se groupant en plusieurs faisceaux, constituent une série de digitations au nombre de trois ou quatre et plus ou moins distinctes.

La surface de la région, bombée dans son ensemble, présente chez les sujets bien musclés, vers l'angle externe, à peu de distance du sillon pectoro-deltoïdien, une dépression qui s'accuse, ainsi que nous le verrons plus loin, dans l'extension du bras en dehors et qui correspond à l'entre-croisement des faisceaux supérieurs avec les faisceaux inférieurs. Dans le repos du muscle, le bras retombant le long du corps, les différents faisceaux se confondent en une même masse, à l'exception d'un seul, toutefois, qui est le faisceau dit claviculaire, généralement séparé du reste du muscle par un sillon plus ou moins apparent suivant l'état du développement musculaire.

Lorsque le bras est étendu horizontalement en dehors, l'éloignement des points d'attache du muscle a pour effet d'en opérer la distension. Aussi la forme de la région est-elle totalement changée (fig. 21 A).

Le sillon pectoro-deltoïdien devient horizontal et se place dans le prolongement de la clavicule. D'où il suit que le muscle dans son ensemble prend un aspect très irrégulièrement quadrilatère. Un côté supérieur horizontal, le plus

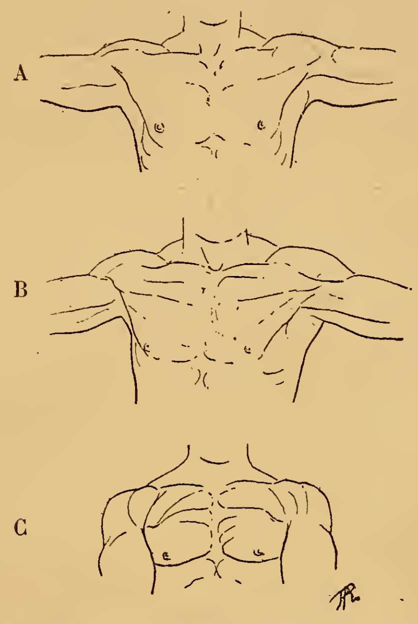


Fig. 21. — Changements de forme de la région pectorale suivant l'état physiologique du muscle.

A. Le sujet étend les deux bras en dehors. Le muscle est simplement distendu.

B. Le sujet fait effort pour ramener les bras en avant, mais un obstacle s'y oppose. Le muscle est à la fois distendu et contracté.

C. Les bras sont ramenés en avant et les mains pressent avec force l'une contre l'autre. Le muscle est contracté.

long, est formé par le bord supérieur du faisceau claviculaire. Un côté externe, fort oblique et de longueur égale au précédent, forme le bord antérieur de l'aisselle descendant du bras vers la cage thoracique. En son milieu, ce bord présente un renflement notable dû à l'enroulement des fibres musculaires inférieures au moment où elles vont s'engager

sous les fibres supérieures pour gagner l'insertion humérale. Un troisième côté, très court, situé en bas de la région, est à peu près horizontal. Enfin le quatrième côté dirigé presque verticalement longe la région sternale.

Le modelé de la région ainsi circonscrite est fort différent de ce qu'il est lorsque le bras retombe naturellement le long du corps. Le bord interne et le bord inférieur sont surbaissés. Toute la surface est aplatie, et présente, en outre, vers la partie externe, une dépression manifeste qui suit la limite inférieure du premier faisceau sternal et s'accuse surtout au niveau du renflement du bord interne déjà signalé.

Dans cette position, la distension du muscle est portée à son maximum, si, en même temps, le bras est ramené en arrière.

La distension du muscle n'augmente guère lorsque le bras est élevé verticalement, mais la forme de la région n'en n'est pas moins considérablement modifiée (fig. 22 A). Elle devient étroite en travers et gagne en hauteur ce qu'elle perd en largeur. Les fibres musculaires sont ramassées vers le bord externe qui est vertical et arrondi ; la saillie de l'angle inférieur et externe qui porte le mamelon a complètement disparu, et la région mammaire se continue, par en bas, presque sans ligne de démarcation avec la région sous-mammaire.

Dans ces diverses positions du membre supérieur que nous venons d'étudier, le muscle pectoral n'entre pas en action. Il se laisse simplement distendre plus ou moins, et l'effort musculaire est ailleurs ; il est au deltoïde, au grand dentelé et au trapèze, comme je l'ai montré ailleurs.

Mais le muscle, dans ces divers états d'allongement, peut entrer en contraction pour modifier la position dans divers sens, et les modifications de forme que l'on constate alors sont les suivantes : si le bras une fois levé verticalement cherche à s'abaisser en avant, et qu'il soit fait obstacle à ce mouvement, on voit la moitié inférieure du muscle entrer

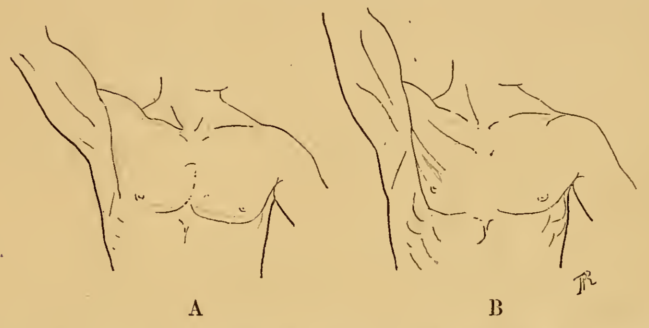


Fig. 22. — Conformation de la région mammaire, le bras étant levé verticalement. Le bras demeure inactif, A ; le bras fait effort pour s'abaisser en avant, B.

en contraction, les faisceaux secondaires s'y accusent, se durcissent, pendant que la partie supérieure du muscle, faisceau claviculaire et premier faisceau sternal, forme un relief mou et arrondi, il y a là un contraste évident (fig. 22 B).

Si le membre supérieur étendu horizontalement en dehors est ramené en avant, en même temps qu'il y a obstacle à ce déplacement, c'est une autre partie du muscle, la partie supérieure, faisceau claviculaire et faisceau sternal, qui se contracte.

Si l'obstacle est très difficile à surmonter, tout le muscle entre en action, et aux faisceaux déjà contractés précédemment s'ajoutent les faisceaux inférieurs. Le muscle prend alors un aspect triangulaire très net, il est divisé en trois segments de même forme répondant le premier au faisceau

claviculaire, le second au premier faisceau sternal et le troisième au reste du muscle (fig. 21 B).

Dans tous les cas qui précèdent, la contraction musculaire est survenue sur le muscle distendu, et le relief qui en est la conséquence, toujours surbaissé, n'atteint jamais la saillie du simple relâchement.

Enfin le grand pectoral se contracte en masse, et c'est alors la contraction avec raccourcissement, les deux bras portés un peu en avant sont ramenés avec force l'un contre l'autre, comme si les deux mains comprimaient fortement un corps résistant.

On voit alors toute la région mammaire se gonfler considérablement, en même temps qu'elle se rétrécit transversalement et que s'accusent les différents faisceaux dont se compose le muscle (fig. 21 C). En dehors une dépression profonde se creuse au niveau de l'entre-croisement de ces faisceaux. Et sur le bord interne, comme sur le bord inférieur, le relief est abrupt, très accentué.

II

MUSCLES GRANDS DROITS DE L'ABDOMEN

Ces muscles s'étendent, de chaque côté de la ligne médiane, de la cage thoracique au bassin, sous la forme de longues bandelettes, larges comme la main en haut, étroites en bas et divisées par des intersections aponévrotiques transversales qui se lisent très facilement au travers de la peau chez les sujets un peu musclés. Le nombre de ces intersections varie avec les sujets, elles sont généralement au nombre de trois (fig. 23). Les artistes de l'antiquité les ont régularisées, en schématisant les plans quadrilatères qui en résultent et se partagent la surface du muscle.

L'intersection la plus inférieure se trouve au niveau de l'ombilic, la plus élevée à quelques travers de doigt du creux épigastrique et la moyenne à égale distance des deux précédentes. L'intersection supérieure, la plus importante au point de vue des formes extérieures, a pour conséquence de reporter à son niveau, ainsi que je l'ai dit ailleurs[1], le sillon qui marque l'échancrure antérieure de la poitrine. La par-

[1] Voyez *Anatomie artistique*, p. 103.

tie supérieure des muscles droits comble ainsi le sommet de l'angle formé par les rebords costaux. Elle est beaucoup plus large que haute. Au-dessous d'elle, les plans charnus au nombre de deux de chaque côté sont plus réguliers. Le

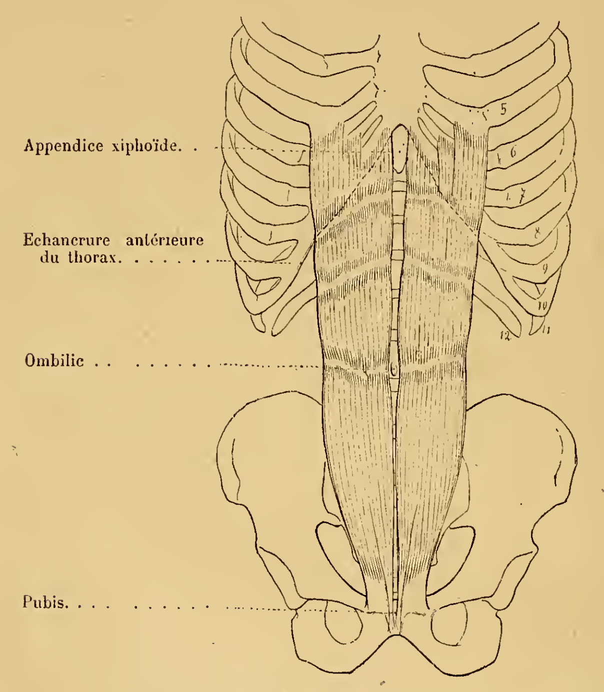


Fig. 23. — Muscles grands droits de l'abdomen.

muscle dans son ensemble décrit de haut en bas une ligne courbe à convexité antérieure que la contraction ou la distension du muscle a pour effet de surbaisser jusqu'à la rendre droite.

Dans la station droite, ces muscles sont légèrement tendus et contractés, car ils doivent faire équilibre à la pesanteur, la ligne de gravité du torse passant en arrière de la colonne lombaire (Voyez plus loin, page 166), aussi leurs

plans sont-ils assez nettement dessinés. Dans la station assise, au contraire, ces plans s'effacent presque complètement, parce que les muscles, par suite du rapprochement de leurs insertions, sont dans le relâchement le plus complet.

Si la contraction se produit avec force comme dans le phénomène de l'effort, ou lorsqu'on cherche à fléchir le tronc en surmontant une résistance qui s'oppose au mouvement, on voit les plans charnus diminuer de hauteur en même temps qu'ils augmentent de saillie. Une autre conséquence de la contraction consiste dans le redressement de la direction générale du muscle et l'aplatissement du ventre.

Dans le renversement du corps en arrière, les muscles droits sont distendus, et, par suite, les quadrilatères charnus sont surbaissés, mais ils sont en même temps allongés dans le sens de la longueur du muscle. Comme dans la contraction, la direction générale en est modifiée. Ils dessinent une ligne droite de l'épigastre au pubis, et le ventre est aplati.

III

SPINAUX LOMBAIRES

Les spinaux lombaires sont deux gros corps charnus qui, à la région des reins, limitent le sillon médian. Les fibres charnues comblent tout l'espace laissé libre sur le squelette entre le thorax et le bassin. Sans entrer dans les détails anatomiques que l'on trouvera exposés ailleurs[1], il nous faut signaler, pour l'intelligence de ce qui va suivre, qu'une solide aponévrose d'insertion règne à la face postérieure du muscle et que cette même aponévrose, par sa partie externe, donne insertion à un gros faisceau musculaire superficiel qui descend presque jusqu'à la crête iliaque. L'insertion des fibres charnues sur l'aponévrose se fait suivant une ligne oblique de bas en haut et de dehors en dedans (fig. 24). C'est dans les mouvements du torse en avant et en arrière que les spinaux lombaires passent par les états physiologiques différents de relâchement, de distension et de contraction.

Dans la station droite, lorsque le tronc est bien en équi-

[1] Voyez *Anatomie artistique*, page 86.

libre sur les fémurs, les muscles spinaux ne sont nullement contractés, nous en verrons plus loin la raison.

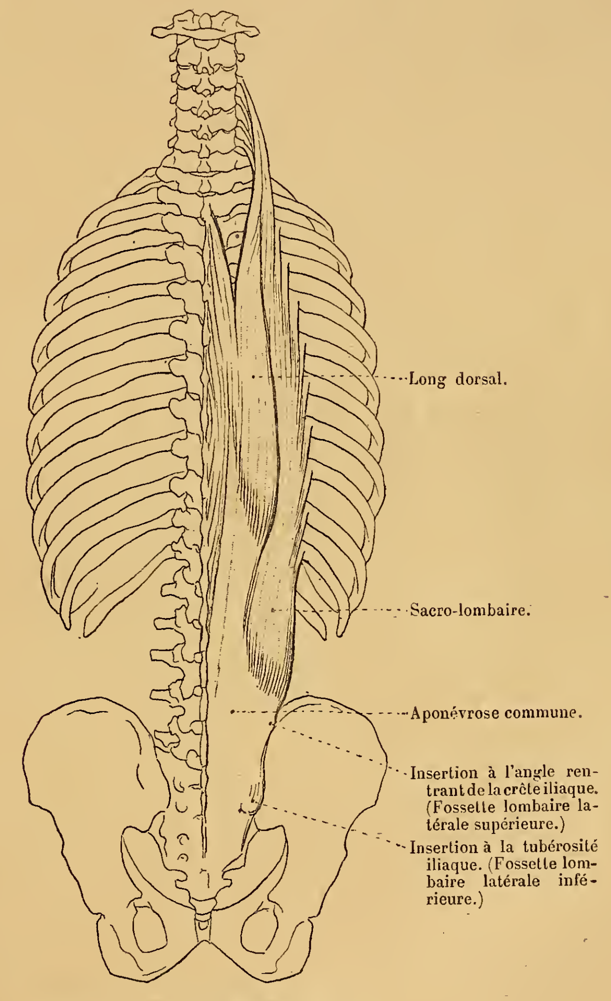


Fig. 24. — Muscles spinaux.

Aussi leur modelé est-il mou, arrondi et leur surface sillonnée de plis transversaux perpendiculaires à la direction des fibres charnues (fig. 49). Si le tronc se renverse en

arrière, le relâchement augmente encore, par suite du rapprochement des insertions du muscle, et les sillons transversaux s'accentuent.

Au contraire, si le corps se fléchit un peu en avant, on

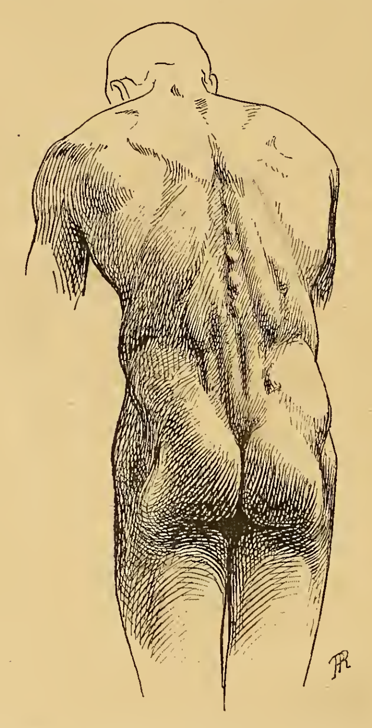


Fig. 25. — Flexion légère du corps en avant.
Contraction des muscles spinaux lombaires et fessiers.

voit aussitôt les spinaux se tendre et se contracter. Les plis s'effacent, et de chaque côté du sillon lombaire médian, au fond duquel s'accentuent les saillies des apophyses épineuses lombaires, les deux masses charnues dessinent plusieurs saillies différentes de forme et de volume (fig. 25 et 35).

Inférieurement sur le sacrum, la saillie est unique. A la hauteur de la fossette lombaire latérale inférieure, un relief interne, en forme de corde, se prononce, qui borde le sillon lombaire et monte en ligne droite jusque dans le haut de la région où il disparaît sous les fibres du grand dorsal. Il est dû à la contraction des fibres musculaires sous-aponévrotiques du long dorsal. A son côté externe, surmontant, soit immédiatement, soit à quelques centimètres de distance, la fossette lombaire latérale supérieure, on voit se former une seconde saillie plus forte que la première, globuleuse par en bas, et remontant jusque dans la région dorsale, où on la retrouve très distinctement au travers du corps charnu du grand dorsal.

Cette seconde saillie est occasionnée par le relief des fibres charnues du sacro-lombaire sur l'aponévrose spinale. Son bord interne monte obliquement vers la colonne vertébrale qu'il atteint à des hauteurs variables suivant les sujets. Chez ceux qui ont les spinaux très développés, on voit cette saillie, passant par-dessus le relief interne déjà signalé, rejoindre la ligne médiane plus bas que le sillon du grand dorsal, au-dessous duquel elle dessine alors un second sillon dirigé dans le même sens. Ce sillon suit l'insertion des fibres charnues du sacro-lombaire et du long dorsal sur l'aponévrose spinale.

Lorsque le tronc a atteint la limite de sa flexion en avant, les muscles spinaux sont distendus à l'extrême. Les deux saillies que nous avons décrites de chaque côté, se sont fondues en une seule prenant naissance au niveau des fossettes lombaires latérales, et s'atténuant en haut au niveau de la cage thoracique. Sur la ligne médiane, le

sillon lombaire a complètement disparu, il est remplacé par une saillie fusiforme marquée de renflements et due à la proéminence de la crête épinière lombaire.

IV

DELTOÏDE

Ce muscle est d'une grande importance morphologique, car il est entièrement sous-cutané et occupe tout le moignon de l'épaule. Il a la forme d'un triangle dont la base, en rapport avec la ceinture osseuse de l'épaule, forme l'insertion supérieure et dont le sommet tourné en bas se termine à l'humérus. Toutes les fibres musculaires se dirigent en rayonnant de l'insertion supérieure vers l'inférieure. Il est divisé en trois faisceaux bien distincts et dont le rôle morphologique est très différent. Le faisceau moyen ou faisceau acromial est le plus important; il est composé de nombreux faisceaux secondaires obliques les uns par rapport aux autres et qui, dans la contraction ou la distension, forment des reliefs distincts. Les deux autres faisceaux sont formés de fibres parallèles et ne comportent point de subdivisions. Le faisceau antérieur prolonge son corps charnu jusque sur la face supérieure de la clavicule, où il s'insère par de très courtes fibres aponévrotiques, le faisceau postérieur, au contraire, naît de l'épine de l'omoplate par une aponévrose triangulaire assez longue.

Détaché de ses insertions, le deltoïde a la forme de la figure ci-contre qui, se rapproche du Δ grec, d'où son nom. Il est plus épais à son centre qu'à ses extrémités. Soulevé par l'articulation scapulo-humérale qu'il recouvre, son relief n'est pas uniforme. Il est plus accentué en avant. En arrière,

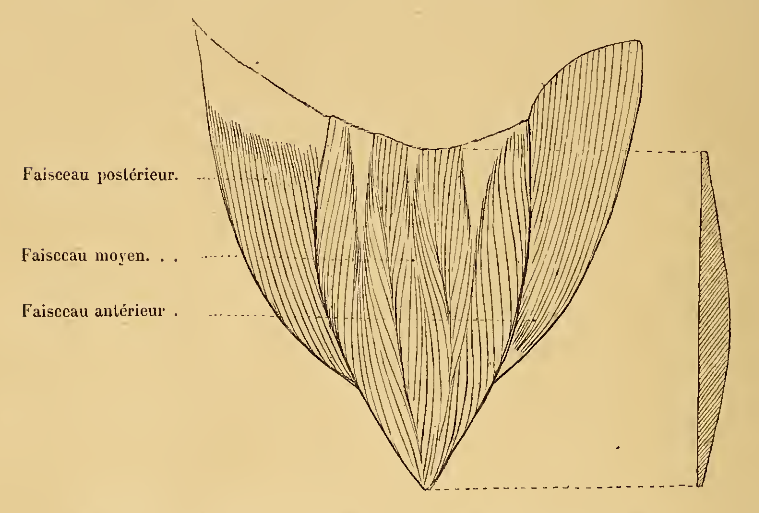


Fig. 26. — Muscle deltoïde détaché de ses insertions et mis a plat. Sur la droite, coupe longitudinale du faisceau moyen.

au contraire, la surface deltoïdienne est aplatie. Le bord antérieur du muscle est rendu très évident par la dépression linéaire qui le sépare du grand pectoral. Le bord postérieur, est beaucoup moins net. Il est en quelque sorte interrompu, vers son milieu, par une aponévrose qui remonte de l'aisselle et, le bridant en ce point, occasionne un méplat.

Dans la station droite, le bras tombant naturellement le long du corps, le deltoïde est dans un état de tension moyenne qui rend parfaitement distinctes, chez un sujet un peu musclé, ses trois portions. En avant, la séparation

du faisceau antérieur et du faisceau moyen est marquée par un sillon vertical bien visible, surtout à sa partie supérieure quoique peu accentué, et qui se trouve juste vers le milieu de la partie la plus saillante de l'épaule en avant.

En arrière, la séparation du faisceau moyen et du faisceau postérieur est marquée par un méplat qui descend au-dessous de la partie la plus postérieure de l'acromion. Ce méplat se transforme en sillon lors de la contraction des faisceaux musculaires qui l'avoisinent.

Suivant les mouvements que le bras exécute, les diverses portions du muscle sont le siège d'états physiologiques différents et même opposés. C'est ainsi que si le bras est porté en avant, le faisceau antérieur du deltoïde est saillant et contracté, ainsi que la moitié antérieure du faisceau moyen, pendant que le faisceau postérieur est allongé et soulevé par la tête humérale. Lorsque le bras est ramené en dehors dans le plan transversal, le faisceau moyen seul est contracté. S'il est porté tout à fait en arrière, à la contraction du faisceau moyen s'ajoute celle du faisceau postérieur qui apparaît fort distincte, tandis que le faisceau antérieur simplement distendu se trouve soulevé par la saillie de l'articulation.

Mais c'est surtout dans les mouvements d'élévation et d'abaissement du bras que le deltoïde montre la variété de ses formes. Dans l'élévation, on constate la contraction du tiers antérieur et du tiers moyen. La contraction de ce tiers moyen se distingue par l'accentuation des faisceaux secondaires dont il se compose. En même temps, le tiers postérieur nullement contracté n'offre que des formes molles et indécises. (Pl. IV, fig. 1, 2 et 3.)

Mais si le bras s'abaisse en faisant effort contre un obstacle qui s'oppose au mouvement, on voit aussitôt les deux faisceaux antérieurs relâchés se confondre en une masse arrondie et uniforme, pendant que le corps charnu



Fig. 27. — Contraction partielle du deltoide.
Le membre supérieur fléchi à angle droit supporte un poids assez lourd.

du faisceau postérieur contracté accentue son relief taillé à pic sur son aponévrose d'insertion. (Pl. III, fig. 2.)

Dans les mouvements de rotation du bras en dedans, le deltoïde inactif s'enroule pour ainsi dire autour de l'humérus, ce qui a lieu surtout pour le tiers postérieur et le tiers moyen, ce mouvement amenant la distension des divers

faisceaux musculaires dont il se compose et leur accentuation très nette sur la forme extérieure.

Le deltoïde nous offre un exemple très frappant de la contraction musculaire coexistant avec un certain degré de

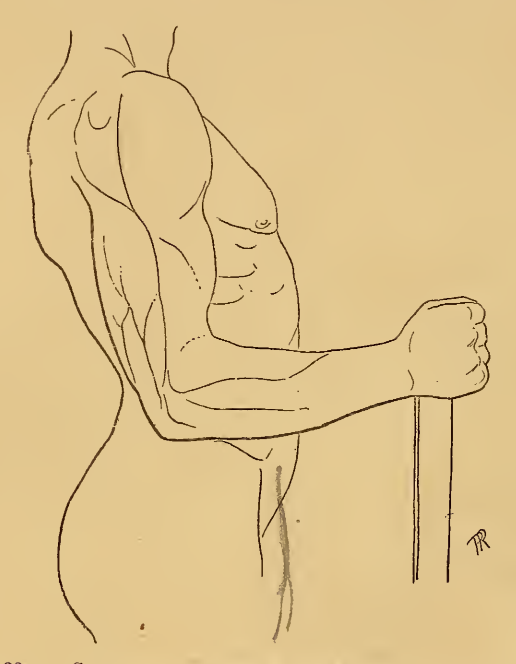


Fig. 28. — Contraction partielle du deltoide.
Le membre supérieur fléchi à angle droit appuie avec force sur un corps résistant.

distension du muscle et donnant lieu, avec une forme très arrêtée, à un relief peu accentué et moindre que celui du relâchement. L'opposition est manifeste entre les diverses parties du muscle dans les circonstances suivantes : si l'avant-bras étant fléchi à angle droit sur le bras, la main soutient un poids assez lourd, on voit le tiers antérieur et le tiers moyen du deltoïde dessiner vigoureusement leurs faisceaux pendant que toute cette partie du muscle s'aplatit,

contrastant avec le tiers postérieur saillant et arrondi (fig. 27). Mais, si au lieu de supporter un poids, la main presse avec énergie sur un corps résistant, l'aspect de l'épaule change totalement. Le tiers postérieur se contracte, se surbaisse et durcit, pendant que le reste du muscle relâché reprend son relief habituel (fig. 28).

V

BICEPS BRACHIAL

Le biceps étendu du squelette de l'épaule à celui de l'avant-bras, occupe presque à lui seul la face antérieure du bras où il est sous-cutané dans les 2/3 inférieurs environ de son étendue. Le tiers supérieur, en effet, est masqué par le deltoïde et le grand pectoral à son insertion humérale. C'est au-dessous de ce dernier muscle que le corps charnu du biceps apparaît au moment ou viennent se fusionner les deux portions qui le composent supérieurement. Comme son nom l'indique, ce muscle a deux chefs, l'un plus long (longue portion) qui passe par-dessus la tête humérale pour gagner l'omoplate, l'autre plus courte (courte portion qui se rend directement à l'apophyse coracoïde (fig. 29). Le biceps est de forme allongée et l'agencement de ses fibres charnues est des plus simples. Nées supérieurement de l'intérieur d'un cône creux tendineux (pour la longue portion) et de la face profonde d'une aponévrose d'insertion (pour la courte portion), elles se rendent inférieurement aux deux faces d'une aponévrose centrale dont

les fibres se rassemblent pour constituer un tendon fort résistant qui descend jusqu'au radius. Les fibres charnues descendent plus bas en dedans qu'en dehors, et leur insertion sur l'aponévrose ne se fait point suivant une ligne

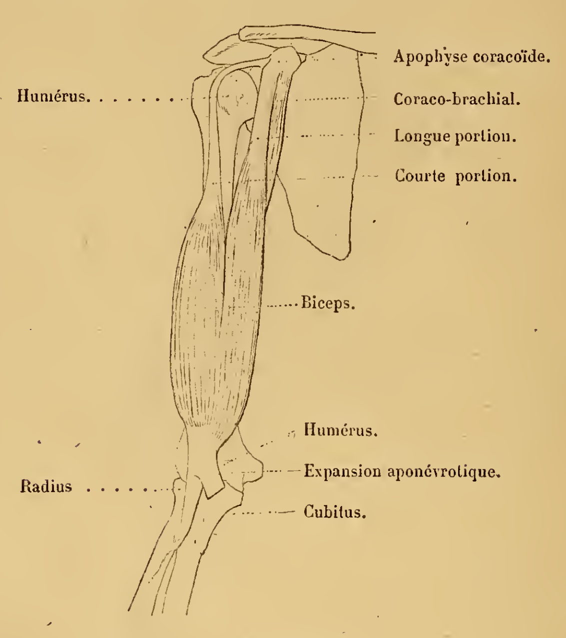


Fig. 29. — Muscle biceps.

oblique uniforme. Cette ligne est marquée d'une échancrure vers son milieu.

Le tendon est visible sous la peau jusqu'au point où il s'enfonce entre le brachial antérieur et le long supinateur pour gagner le radius, c'est-à-dire un peu au-dessous du pli de la saignée. On reconnaît parfaitement, au travers la peau, l'expansion aponévrotique qui se dirige vers le bord interne de l'avant-bras (Pl. LIX, *Anatomie*).

La longueur du corps charnu est fort variable suivant les

individus, elle se fait aux dépens du tendon inférieur qui diminue en proportion, de telle façon que le modelé du membre est fort différent, suivant que le biceps se rattache au type des muscles courts ou à celui des muscles longs. Dans le premier cas, la partie antérieure du bras, même dans le relâchement musculaire, prend l'aspect globuleux, les méplats du brachial antérieur augmentent d'étendue. Dans le second, au contraire, le bras prend une forme plus allongée, plus pleine ; le relief du biceps descend presque jusqu'à la saignée, donnant à la région plus d'uniformité et plus de simplicité.

La position superficielle du biceps rend très appréciable les changements de forme qui accompagnent ses divers états physiologiques.

Lorsque le bras retombe naturellement le long du corps, le biceps est légèrement distendu par le poids même de l'avant-bras dont l'extension, dans cette attitude de repos, n'est jamais complète. Le relief est d'une forme demi-cylindrique avec un léger renflement au point d'insertion des fibres charnues sur l'aponévrose.

La distension du muscle est la conséquence de l'extension forcée de l'avant-bras sur le bras (fig. 30 A).

Comme toujours, le muscle distendu s'aplatit et s'allonge, sans s'éloigner des formes que nous venons de décrire.

Dans cet état de distension, la contraction peut se produire. Et elle se reconnaît très nettement, bien que la forme d'ensemble ne soit pas changée, à l'accentuation des attaches et à la production de sillons longitudinaux dont le plus important est situé à la séparation des deux corps charnus. C'est ainsi que la différence entre un muscle simplement

distendu et un muscle distendu et contracté à la fois, apparaît avec la plus grande netteté.

Enfin lorsque l'avant-bras se fléchit, le muscle contracté se raccourcit en même temps qu'il augmente d'épaisseur (fig. 30, B, C). De plus, tous les détails de structure s'y

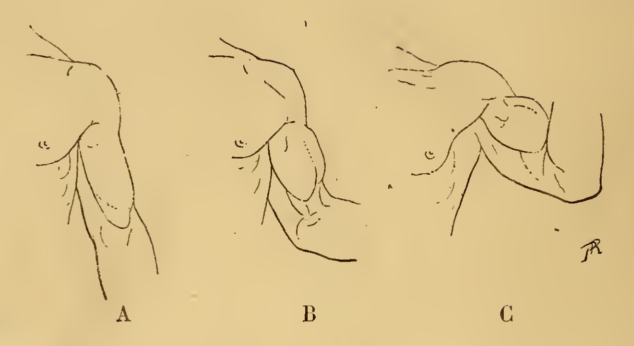


Fig. 30. — Modifications de la forme de la partie antérieure du bras suivant l'état physiologique du muscle biceps.

A, Extension forcée de l'avant-bras sur le bras ; B, C, Flexion de l'avant-bras sur le bras à divers degrés. Contraction du muscle avec raccourcissement et gonflement.

accentuent. Chez les sujets un peu musclés et dont la peau est très fine, on voit presque avec autant d'évidence que sur un écorché, la ligne d'implantation des fibres charnues sur le tendon inférieur. Cette ligne est oblique et sinueuse, marquée d'un angle rentrant à son milieu correspondant au point de séparation des deux portions charnues. A la surface du corps charnu véritablement soulevé en bosse, se dessinent peu de sillons secondaires en dehors du sillon médian déjà signalé à propos de la distension. Supérieurement, le relief des fibres charnues sur l'aponévrose d'insertion est beaucoup moindre, ce qui résulte de leur mode profond d'implantation. Néanmoins, il est parfaitement distinct sur les deux portions. Ce qui permet de mesurer

sur le nu la longeur des fibres charnues. Or sur le modèle qui nous a servi pour les figures ci-contre, nous avons constaté que, sur le biceps distendu au maximum, les fibres charnues avaient 14 à 15 centimètres de long, et que, sur le biceps contracté et raccourci au maximum, elles n'avaient plus que 7 à 8 centimètres, ce qui constitue entre les deux états une différence de moitié. Le relief est en rapport avec le degré du raccourcissement.

VI

TRICEPS BRACHIAL

Ce muscle volumineux se divise supérieurement en trois

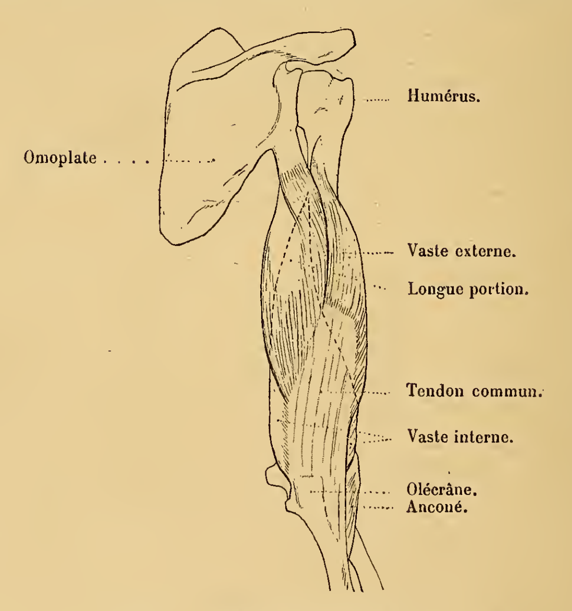


Fig. 31. — Muscle triceps brachial.
Le profil du vaste interne est indiqué en pointillé dans son trajet au-dessous du tendon et de la longue portion.

chefs que l'on désigne sous le nom de longue portion, de vaste externe et de vaste interne (fig. 31).

La longue portion remonte jusqu'à l'omoplate, les deux vastes s'attachent à l'humérus. C'est ainsi que nées d'insertions supérieures multiples, les fibres charnues se groupent en trois corps dont la disposition un peu complexe peut ètre ainsi résumée. Les fibres charnues de la longue portion et celles du vaste externe occupent la partie supérieure de la région et donnent naissance au large tendon qui forme l'insertion olécranienne. Les fibres charnues du vaste interne descendent plus bas que les précédentes, elles s'attachent au bord interne du tendon commun et à toute sa face profonde, le matelassant pour ainsi dire et apparaissant même à son bord externe, au-dessous des fibres du vaste externe, où elles se confondent avec les fibres les plus supérieures de l'anconé. Le tendon commun offre une partie interne qui s'attache au sommet de l'olécrâne et une partie externe qui se prolonge, en bas, jusqu'au bord postérieur du cubitus, recouvrant l'anconé et se continuant avec l'aponévrose antibrachiale.

Ce muscle occupe à lui seul toute la région postérieure du bras où il est sous-cutané.

Lorsque l'avant-bras est étendu avec effort, le triceps se contracte, et ses diverses portions se distinguent très nettement au travers de la peau ; on reconnaît facilement le méplat dû au large tendon commun qui le termine par en bas (fig. 32 B).

Ce méplat remonte jusqu'à la portion moyenne du bras et il est dirigé obliquement de bas en haut et de dedans en dehors. Il est soutenu par les fibres musculaires profondes du vaste interne. Le relief des fibres charnues du vaste externe le limite en haut et en dehors. En dedans, il est

bordé par le relief beaucoup plus volumineux de la longue portion et du vaste interne réunis. Il est vrai que la part la plus considérable de ce relief revient à la longue portion, et que le vaste interne, d'ordinaire, séparé du précédent par un sillon, n'en occupe que la partie la plus inférieure.

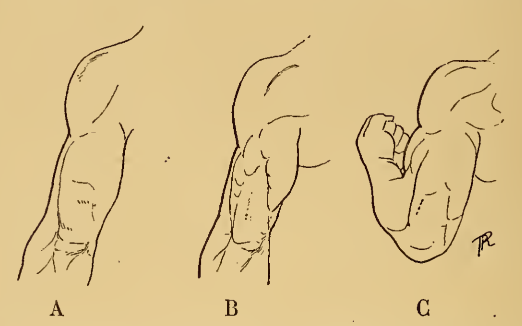


Fig. 32. — Modifications de la forme de la partie postérieure du bras suivant l'état physiologique du muscle triceps.

A. Le membre supérieur retombe naturellement le long du corps. Relâchement du muscle.

B. Extension forcée de l'avant-bras sur le bras. Contraction avec raccourcissement et gonflement du muscle.

C. Flexion forcée de l'avant-bras sur le bras. Distension du muscle.

Chacun de ces reliefs principaux se trouve parfois divisé en reliefs secondaires parallèles à la direction des fibres musculaires et dus à des faisceaux distincts.

Lorsque le muscle est relâché, ces formes s'atténuent, au point que la partie postérieure du bras n'a plus qu'une surface inégalement arrondie avec maximum de relief au niveau des masses charnues et dépression au niveau du tendon commun (fig. 32 A).

Dans la flexion de l'avant-bras sur le bras, le muscle triceps est distendu et sa distension augmente avec le degré de la flexion.

Quand la flexion est portée à l'extrême (fig. 32 C), la face postérieure du bras est aplatie dans son ensemble, avec

un méplat qui du tendon remonte et suit la séparation de la longue portion et du vaste externe.

Si, dans cet état de distension, le muscle se contracte, on voit la séparation du vaste externe et de la longue portion s'accentuer ; sur la longue portion elle-même l'insertion des fibres charnues sur les aponévroses s'accuse. En résumé, la contraction sur le muscle distendu donne naissance à des formes qui, ainsi que nous l'avons déjà dit pour les autres muscles, participent de celles des deux états physiologiques coexistants, distension et contraction.

VII

MUSCLES FESSIERS

Ces muscles sont situés sur le côté et en arrière du bassin. Je ne parlerai pas du petit fessier complètement recouvert par le moyen.

Le moyen fessier s'étend des trois quarts antérieurs de

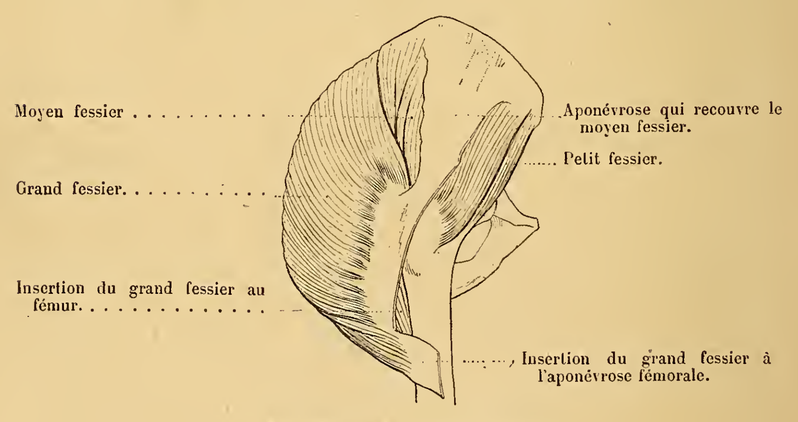


Fig. 33. — Muscles fessiers.

la crête iliaque au grand trochanter (fig. 33). Il est formé de fibres charnues disposées en éventail et est recouvert en arrière par le grand fessier. Il occupe la partie externe de la hanche et la partie supérieure et externe de la fesse. Il est

maintenu par une solide aponévrose qui s'attache en haut à la crête iliaque et se confond en bas avec le tendon du grand fessier et l'aponévrose fémorale. Le rôle morphologique de cette aponévrose est très important.

Le grand fessier s'étend de la partie postérieure de la crête iliaque et des bords du sacrum, au fémur au-dessous du grand trochanter.

C'est un muscle épais, à gros faisceaux distincts et affectant dans son ensemble la forme d'un quadrilatère irrégulier. Les fibres sont dirigées obliquement de haut en bas et de dedans en dehors (fig. 33). L'insertion supérieure se fait par de très courtes fibres tendineuses, d'où résulte que le corps charnu remonte jusque-là. Inférieurement au contraire, il existe une large aponévrose qui règne d'abord sur les deux faces du muscle et se divise en plusieurs tendons distincts qui constituent l'insertion au fémur. Ces tendons passent en arrière du grand trochanter dont ils sont séparés par une bourse séreuse qui facilite leur glissement. Nous verrons, en effet, que, dans la flexion de la cuisse sur le bassin, ce tendon vient se placer en dehors du grand trochanter qui se trouve alors recouvert par la partie la plus externe du grand fessier.

Le grand fessier occupe toute la fesse en dedans et au-dessous du moyen fessier, dont il est séparé quelquefois, sur le nu, par un sillon oblique peu profond. Il concourt à la saillie de la fesse avec le tissu graisseux accumulé dans la région. J'ai démontré ailleurs que le pli profond qui circonscrit la fesse par en bas et dont la direction est horizontale, n'avait qu'un rapport éloigné avec le bord inférieur du grand fessier dont la direction oblique est toute différente.

Dans la station debout bien équilibrée (fig. 49), le muscle grand fessier est relâché. La fesse est molle, un peu aplatie, tombante, à surface uniforme, formant comme un quadrilatère aux angles arrondis (fig. 34). Dans le renversement

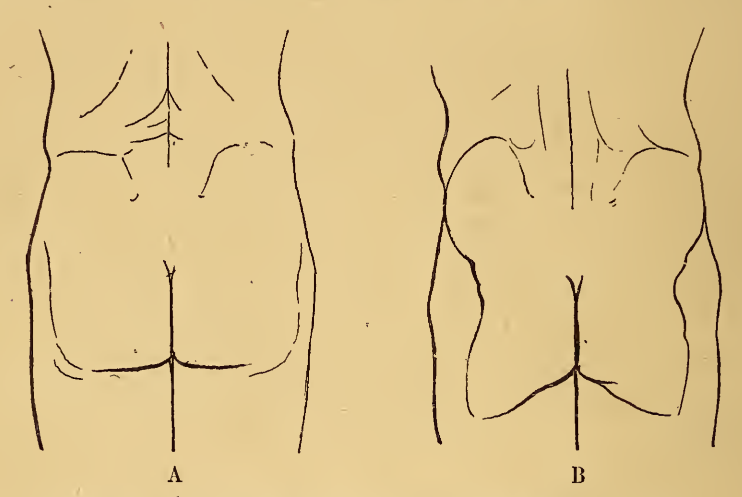


Fig. 34. — Formes des fesses lors du relachement des muscles grands fessiers, A, et lors de leur contraction, B.

du tronc en arrière, le relâchement musculaire augmente par suite du rapprochement des insertions, et l'aplatissement de la fesse est plus considérable.

Lors de la contraction du grand fessier, ce qui arrive dans la flexion légère du torse (fig. 35), ou bien lorsque la cuisse est ramenée en arrière, la forme de la fesse change du tout au tout. Elle devient globuleuse, étroite latéralement, ce qui la fait paraître plus longue ; une forte dépression se creuse en dehors du grand trochanter au niveau de l'aponévrose inférieure d'insertion, et la fesse dans son ensemble, creusée en dehors, prend un aspect réniforme. A sa surface, se montrent les sillons obliques qui séparent les faisceaux secondaires.

Lorsque le grand fessier est distendu ce sont encore d'autres formes (fig. 36). La distension survient par suite de la flexion du tronc sur les cuisses, ou inversement des cuisses sur le tronc. Suivant la loi générale, le muscle

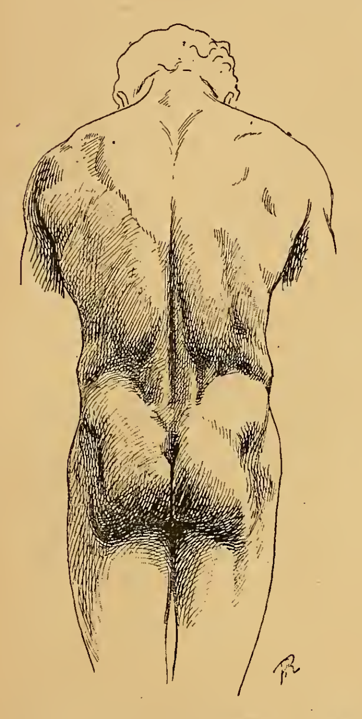


Fig. 35. — Flexion légère du torse en avant.

Contraction des muscles fessiers et spinaux lombaires.

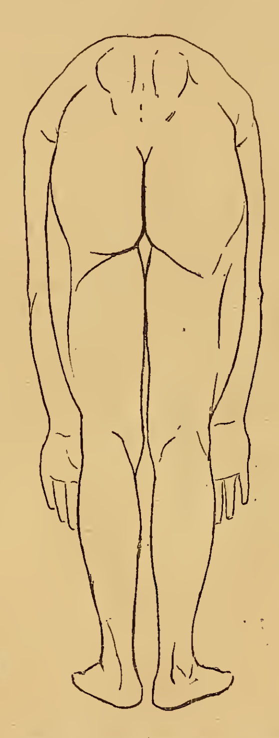


Fig. 36. — Flexion forcée du torse en avant.

Distension des muscles fessiers.

iplatit en se distendant, et, ce qui n'a pas lieu d'ordinaire, on seulement il s'allonge, mais il s'élargit; cet élargis-ement est la conséquence d'une disposition anatomique spéciale signalée plus haut et en vertu de laquelle, dans la flexion, la partie externe du muscle recouvre le grand tro-

chanter. Les fesses sont donc larges et aplaties, et les différents faisceaux tiraillés se dessinent parfois sous la peau.

Le moyen fessier, dans la station droite, est légèrement tendu, et son relief est toujours plus ferme que celui du grand fessier dans la même position. Dans la contraction, son relief augmente, ce qui s'observe, par exemple, lorsque la cuisse est portée en dehors, ou bien dans la station sur un pied. (Voy. p. 212.) Il est complètement relâché dans la flexion de la cuisse sur le bassin. Il se trouve alors divisé en deux parties par un sillon profond dû à la compression qu'exerce, à son niveau, le faisceau aponévrotique fémoral, qui va de la crête iliaque au tendon du grand fessier, et dont la tension limite le mouvement de flexion. La partie postérieure du moyen fessier se confond avec le grand, pendant que sa portion antérieure forme un relief allongé, en arrière de la saillie du muscle tenseur du fascia lata. (Voy. Pl. 105 de l'*Anatomie artistique*.)

VIII

QUADRICEPS

Le quadriceps est un muscle puissant situé à la partie antérieure et externe de la cuisse. Il est composé de quatre chefs, ainsi que son nom l'indique, quatre corps charnus distincts supérieurement, se rendant tous inférieurement au même tendon, le tendon rotulien : le droit antérieur, le vaste externe, le vaste interne et le crural (fig. 37).

Le droit antérieur s'attache, au bassin, à l'épine iliaque antérieure et inférieure. Il est fusiforme et constitue la partie la plus superficielle du quadriceps. Il occupe le milieu de la face antérieure de la cuisse, et suit la direction oblique du fémur. Le relief qu'il forme, quand il se contracte, est marqué à son centre par un méplat longitudinal dû à la disposition de l'aponévrose supérieure du muscle. Supérieurement, il s'enfonce dans l'angle formé par le couturier et le tenseur du fascia lata pour gagner son insertion à l'os des îles. Cette insertion faite par son double tendon (tendon direct et tendon réfléchi) permet au muscle d'agir avec une égale efficacité dans deux positions différentes du membre. Dans l'extension, par exemple, c'est le

tendon direct qui est en jeu ; dans la flexion de la cuisse, au contraire, tout l'effort porte sur le tendon réfléchi. Inférieurement son tendon se rend à la base de la rotule, et les

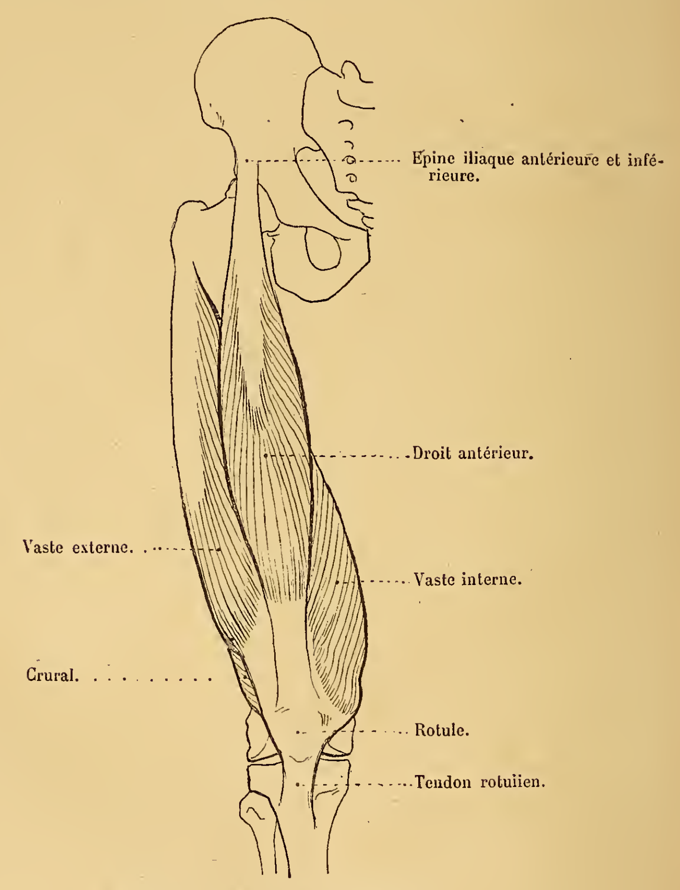


Fig. 37. — Muscle quadriceps.

fibres charnues l'abandonnent à un travers de main environ au-dessus de cet os.

Le droit antérieur est bi-articulaire, c'est-à-dire qu'il passe par-dessus deux articulations, la hanche et le genou.

Il est à la fois fléchisseur de la cuisse et extenseur de la jambe.

Les autres portions du quadriceps prennent toutes insertions au fémur et ne commandent qu'une seule articulation, celle du genou.

Le vaste interne et le vaste externe sont deux corps charnus volumineux latéralement situés et se rejoignant sur la ligne médiane en arrière du muscle précédent. Leur insertion inférieure se fait par de larges surfaces aponévrotiques qui s'unissent intimement au tendon du droit antérieur et descendent, de chaque côté, s'insérer sur les bords latéraux de la rotule.

Le vaste externe, le plus volumineux, occupe presque toute la face externe de la cuisse, il est maintenu par le fascia lata au travers duquel cependant, dans certaines positions du membre, il est possible de distinguer les différents faisceaux qui le composent. Les fibres charnues s'arrêtent à plusieurs travers de doigt de la rotule.

Le vaste interne occupe la partie inférieure et interne de la cuisse. Il s'y dessine sous l'aspect d'une masse ovoïde dont la grosse extrémité est tournée en bas et dont la pointe supérieure s'engage dans l'angle formé par le droit antérieur et le couturier. Les fibres se dirigent obliquement de haut en bas et de dedans en dehors. Le corps charnu descend fort bas, jusqu'au niveau du milieu de la rotule. Il y a donc, sous ce rapport, une grande différence entre les deux vastes, et ce détail a une très grande importance au point de vue des formes extérieures de la région.

Le crural accolé au fémur est la portion la plus profonde du quadriceps, s'étendant au-dessous du vaste

interne et surtout du vaste externe. Néanmoins, son action sur les formes extérieures de la cuisse n'est pas nulle, car il est un point où il déborde en bas le tendon du vaste externe et il devient superficiel dans une petite étendue, à la face externe du genou. Cette portion du crural est masquée, dans l'extension du membre, par le relief du fascia lata, mais elle forme, dans la flexion, une saillie ovoïde distincte.

Je dois indiquer ici une disposition jusqu'ici peu remarquée de l'aponévrose fémorale au niveau de la partie inférieure du triceps, parce qu'elle rend compte d'une forme spéciale que je signalerai plus loin.

Il existe à trois ou quatre travers de doigt de la rotule une condensation des fibres transversales de l'aponévrose, formant un véritable faisceau ou ruban aponévrotique, que je propose de désigner sous le nom de fibres arciformes inférieures de l'aponévrose fémorale ou plus simplement sous le nom de *ruban des vastes*, à cause de ses rapports spéciaux avec les deux vastes[1]. Ces fibres embrassent dans leur courbure la partie supérieure et latérale interne du genou (fig. 10).

Leur extrémité externe, épanouie en éventail, se confond avec le fascia lata. En dedans, les fibres convergentes croisent le vaste interne suivant une direction perpendiculaire à celle de ses fibres charnues, à deux travers de doigt environ de son bord inférieur, passent sur la tubérosité fémorale interne et descendent, au-devant du couturier, avec le tendon duquel elles s'entre-croisent inférieurement

[1] Cette dénomination m'a été suggérée par un anatomiste bien connu, M. Jullien, professeur libre d'anatomie.

à angle aigu. Aux points où ces faisceaux rencontrent les cloisons aponévrotiques intermusculaires interne et externe, des fibres profondes s'en détachent, qui adhèrent à ces cloisons et vont jusqu'aux divisions de la ligne âpre du fémur où elles s'insèrent, complétant ainsi une sorte d'anneau ostéo-fibreux, disposé dans un plan transversal, incliné de haut en bas et de dehors et dedans, et enserrant la partie inférieure du muscle triceps.

Inférieurement, le ruban des vastes offre un bord assez net et les extrémités inférieures des muscles, vaste externe et vaste interne, n'apparaissent plus recouvertes que par un lacis aponévrotique lâche. Les limites supérieures sont moins tranchées, et les fibres qui le composent se confondent insensiblement avec les fibres transversales de l'aponévrose fémorale.

Ces préliminaires anatomiques vont nous rendre facile maintenant l'exposition des formes variées de la cuisse et du genou qui répondent aux divers états physiologiques du muscle.

Dans la station droite, ainsi que nous le verrons plus loin, le muscle quadriceps est relâché. Il est comprimé en dehors par la forte aponévrose désignée sous le nom de fascia lata. A la partie antérieure de la cuisse, ses diverses portions se fondent en une masse uniforme d'où se détachent inférieurement deux saillies inégales formées par les extrémités les plus inférieures du vaste interne et du vaste externe venant, dans l'allongement du muscle, faire hernie, pour ainsi dire, au-dessous de la bandelette aponévrotique arciforme que nous avons signalée tout à l'heure (fig. 38 et 39).

Ces reliefs, d'autant plus accentués que le relâchement est plus complet, ont les caractères suivants : celui du vaste externe, le plus haut situé, a une forme arrondie plus ou moins écrasée, celui du vaste interne représente une sorte de bourrelet dirigé obliquement de haut en bas et de dehors en dedans. En bas, il descend jusqu'au niveau de la partie

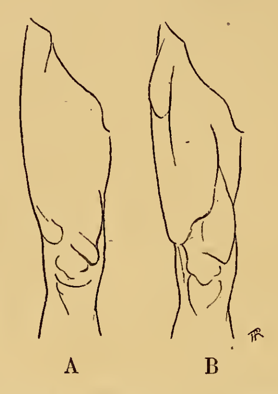


Fig. 38. — Formes de la partie antérieure de la cuisse lors du relachement A ou de la contraction du muscle quadriceps B.

moyenne de la rotule. En arrière, il se prolonge, par une extrémité arrondie, jusqu'à la saillie du couturier. En haut et en avant, il remonte en s'atténuant jusque vers la ligne médiane de la cuisse où il se termine. Quelquefois un soulèvement de la peau établit une sorte de pont qui réunit les deux reliefs et traverse obliquement le méplat sus-rotulien.

Ces reliefs, chez les sujets fortement musclés, persistent, tout en s'atténuant lors de la flexion légère du genou. Mais ils disparaissent toujours par suite de la distension du muscle, lorsque la flexion s'accentue.

Dans le relâchement du quadriceps, les formes du genou

ne sont pas moins caractéristiques. La rotule est comme tombante en avant, et le tendon rotulien ne se révèle en aucune manière à l'extérieur. Sa direction est souvent coupée par un pli cutané profond dirigé transversalement et qui s'accuse d'autant plus que le relâchement musculaire est plus grand (fig. 39).

Lorsque le muscle quadriceps se contracte, toutes ces

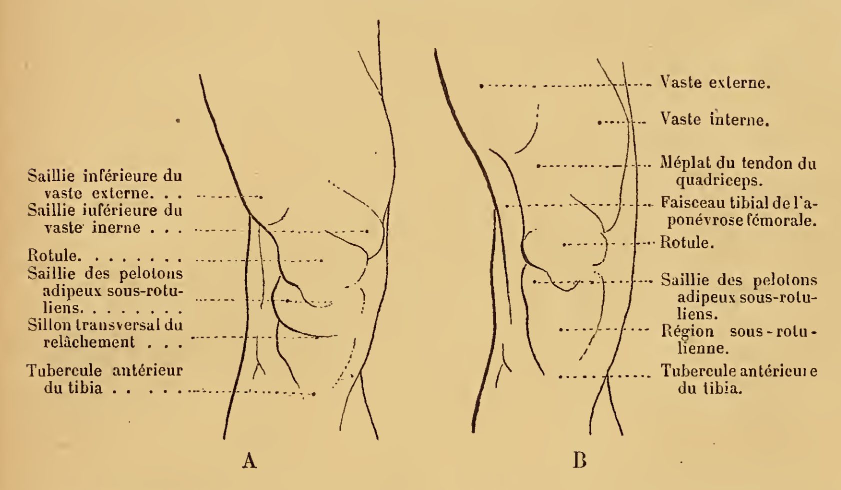


Fig. 39. — Formes du genou lors du relachement A, ou de la contraction B du muscle quadriceps.

formes changent. La rotule s'élève et s'applique fortement contre la trochlée fémorale. Toute la région du genou située au-dessous de la rotule prend un aspect de cœur de carte à jouer, dont la pointe descend au niveau du tubercule antérieur du tibia où s'attache le tendon rotulien, et dont la base échancrée et correspondant aux deux saillies latérales adipeuses embrasse la pointe d'une seconde saillie plus petite, mais de forme analogue, et constituée par la rotule elle-même (fig. 39).

Au-dessus de la rotule, les reliefs inférieurs des deux vastes ont complètement disparu, ils se sont fondus pour ainsi dire avec les saillies formées par toute la masse charnue (fig. 38 B).

En arrière du vaste externe, le sillon latéral externe de la cuisse s'accentue. Sur la surface du vaste externe lui-même, l'insertion des fibres charnues sur l'aponévrose dessine une sorte de triangle dont la base tournée en haut est limitée par la saillie du tenseur du fascia lata.

En dedans, le vaste interne forme une saillie ovoïde fort distincte, et au milieu de la cuisse le droit antérieur dessine son relief allongé, marqué d'un méplat.

Ces formes peuvent coexister avec un certain degré de flexion du genou, à certains moments de la marche, par exemple, comme nous le verrons plus loin.

Les reliefs s'atténuent au fur et à mesure que la flexion en s'accentuant exagère la distension du muscle.

Cet état est porté à son degré extrême dans la flexion forcée de la jambe sur la cuisse qui s'accompagne d'un aplatissement de toute la face antérieure de la cuisse.

IX

TRICEPS SURAL

Le triceps sural est le muscle du mollet. Sa partie supérieure charnue est formée de deux couches : l'une profonde, le soléaire, qui s'insère au tibia, l'autre superficielle, les jumeaux, qui s'attachent au fémur.

Inférieurement, ces divers corps charnus se rendent à un même tendon, le tendon d'Achille, qui prend insertion au calcanéum.

Le soléaire (fig. 41), forme un corps charnu, aplati, composé de fibres musculaires, courtes, obliquement dirigées et se rendant à plusieurs cloisons aponévrotiques antéro-postérieures. Une très forte aponévrose occupe la face postérieure et se réunit à celle des jumeaux pour former le tendon d'Achille que les fibres charnues du soléaire accompagnent assez bas sur les côtés.

Les jumeaux (fig. 40), nés de chacun des condyles fémoraux, se réunissent sur la ligne médiane. Une forte aponévrose descend sur le milieu de la face postérieure de chacun d'eux, et devient la cause des méplats latéraux qui marquent la région. L'extrémité inférieure des fibres charnues des-

cend plus ou moins bas, suivant les individus, et se termine assez brusquement sur l'aponévrose commune, occasionnant ainsi le relief bien connu du mollet. Le jumeau

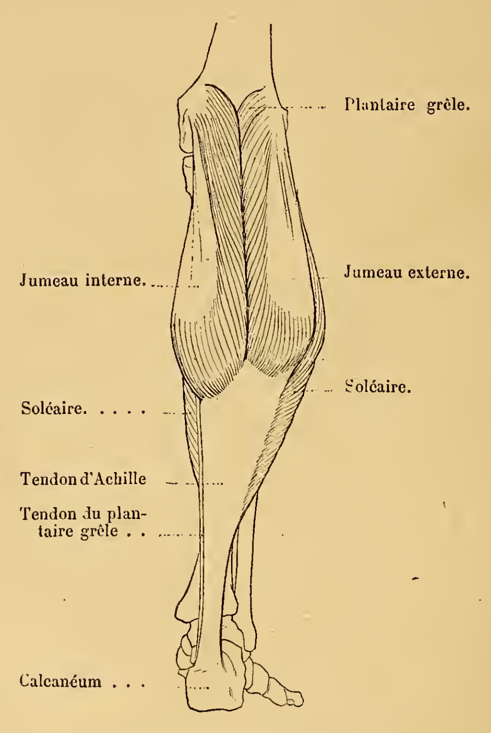


Fig. 40. — Muscle triceps sural.

interne est plus volumineux, empiète sur la face interne du membre et descend plus bas que l'externe; il se termine par une extrémité arrondie qui marque le défaut du mollet. Le jumeau externe offre un volume moindre et présente une extrémité inférieure généralement plus aiguë.

Le tendon commun large en haut, se rétrécit en s'approchant du calcanéum pour s'élargir légèrement de nouveau à son point d'attache. Il offre une surface sous-cuta-

née plus saillante au milieu et qui s'abaisse sur les côtés. Il est accompagné latéralement par les fibres du soléaire qui descendent plus ou moins bas suivant les individus et

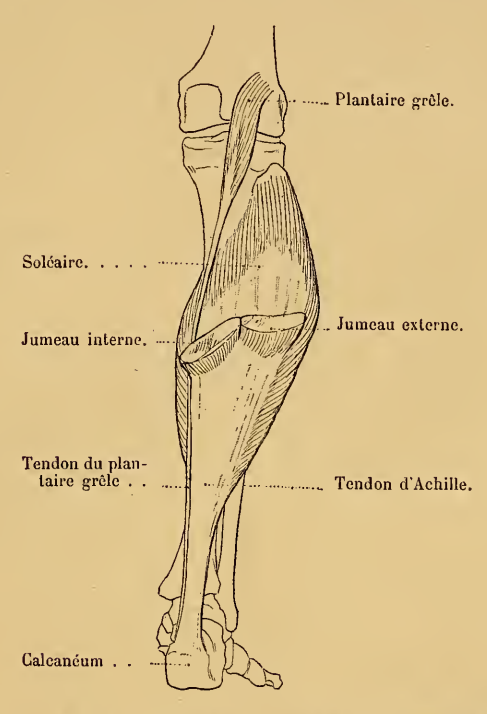


Fig. 41. — MUSCLE TRICEPS SURAL APRÈS SECTION DES JUMEAUX.

contribuent à l'élargissement de cette portion de la jambe qui soutient le mollet.

Lorsque la cuisse est fléchie à angle droit sur le torse, et que la jambe descend verticale sans effort, la pointe du pied s'abaisse naturellement, et le muscle du mollet est dans le relâchement le plus complet. La saillie que forme alors le muscle est uniforme et arrondie, on y distingue cependant, à la partie interne seulement, le relief du

soléaire, mais les deux jumeaux se confondent. Le tendon d'Achille décrit une courbe peu tendue. Il est sillonné au-dessus du talon de plusieurs plis cutanés transversaux.

Dans la station droite, le muscle du mollet est tendu et un peu contracté. Aussi ses différents plans s'accusent-ils plus nettement (fig. 42 A).

L'insertion des jumeaux sur le tendon d'Achille apparaît avec la forme spéciale à chacun des deux corps char-

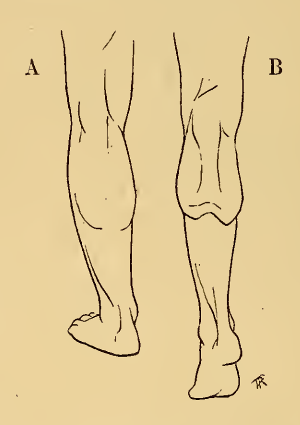


Fig. 42. — Formes du mollet dans la station droite (distention légère et contraction légère du muscle triceps sural) et dans la station sur les orteils (contraction énergique du même muscle).

nus. A la partie interne de la jambe, le soléaire accentue son relief. Le tendon d'Achille est tendu. Le jarret devient saillant, ce qui résulte du relief des fibres charnues médianes des jumeaux. Sur chacun de ces deux muscles, un méplat médian correspond aux fibres aponévrotiques médianes que nous avons signalées plus haut.

Tous ces détails de morphologie s'accentuent lors de la contraction énergique du muscle comme il arrive dans la station sur la pointe des pieds (fig. 42 B).

Le jarret forme un véritable bourrelet qui descend en s'atténuant jusqu'au milieu du mollet, et de chaque côté, les méplats latéraux deviennent de véritables creux. L'insertion des fibres charnues sur le tendon d'Achille dessine un relief sinueux taillé comme à l'emporte-pièce. Le soléaire particulièrement en dedans se dessine avec énergie.

La flexion dorsale du pied accompagnée de l'extension du genou amène la distension du muscle qui se traduit extérieurement par un aplatissement du mollet, où se distinguent toutefois les diverses portions musculaires.

La flexion du genou amène le relâchement des jumeaux. Si la flexion est portée aussi loin que possible, l'abaissement de la pointe du pied n'a plus lieu que sous l'influence du soléaire, et les jumeaux ne peuvent plus se contracter.

CHAPITRE IV

STATION

On désigne généralement sous le nom de *station* les manières les plus simples de se tenir au repos, sans que le corps soit complètement abandonné à l'action de la pesanteur. Telles sont la station debout, la station à genoux et la station assise. Le décubitus n'est pas un état de station, nous l'étudierons à part. Il en résulte que toute station est un acte de résistance aux lois de la pesanteur. Cette résistance est passive, en ce qui concerne les os et les ligaments; elle est active lorsqu'elle nécessite, en outre, l'intervention de la force musculaire.

En général, les attitudes de station les plus usuelles, qui sont en même temps des attitudes de repos, sont combinées au point de vue mécanique de telle façon que les résistances passives, os et ligaments, y prennent une part prépondérante et que l'action musculaire, cause de dépenses physiologiques et par suite de fatigue, y soit économisée le plus possible.

Nous étudierons successivement :

1° La station verticale droite ou symétrique, et accessoirement la station sur la pointe des pieds ;

2° La station verticale hanchée ou asymétrique ;

3° La station sur un pied ;

4° La station à genoux ;

5° La station assise ;

6° La station accroupie.

Nous terminerons par quelques mots sur le décubitus. Et nous avons pensé être utile aux artistes en faisant suivre la description du repos musculaire de quelques considérations sur la morphologie du cadavre.

I

STATION VERTICALE DROITE OU SYMÉTRIQUE

Dans cette station, l'homme est debout portant également sur les deux jambes qui sont en extension. Les pieds qui se touchent par le talon s'écartent en avant et leurs axes font un angle plus ou moins ouvert. Le torse est droit, les membres supérieurs retombant naturellement de chaque côté du corps. La face est verticale, l'œil dirigé à l'horizon.

Cette attitude se rapproche beaucoup de celle du soldat sans armes. Bien que rarement prise par l'homme livré à lui-même, avec la correction que nous venons d'indiquer, son étude n'est pas moins de la plus haute importance. Elle est pour ainsi dire le type de toute station. Son mécanisme donne la clé de la plupart des problèmes que soulève l'équilibre du corps humain. Elle est le point de départ qui nous permettra d'élucider facilement le mécanisme des autres modes de station.

Elle est, en outre, absolument propice pour l'étude des formes extérieures, et cela à l'exclusion de toute autre dont l'allure plus ou moins mouvementée renseigne mal et

trompe même sur l'architecture vraie des diverses parties du corps. Nous ne saurions trop engager les artistes qui choisissent leurs modèles à les étudier d'abord dans cette attitude. Si l'harmonie et la belle ordonnance de leurs formes résistent à ce premier examen, toute autre pose ne peut que les faire valoir davantage. D'autre part, c'est la seule manière de juger exactement des diverses imperfections qu'ils peuvent présenter, de manière à s'en prémunir s'il est besoin. Nous avons eu l'occasion de voir et d'étudier des modèles de toutes sortes, parmi lesquels quelques-uns vraiment remarquables. Eh bien, même parmi ces derniers, nous n'en n'avons pas rencontré un seul qui dans la station droite que nous indiquons ici, présentât un ensemble absolument parfait. Il est bien entendu qu'il ne s'agit pas ici d'une appréciation purement esthétique. Les imperfections relevées étaient simplement d'ordre anatomique et physiologique. Nous pouvons donc dire qu'un artiste ne connaîtra pas complètement son modèle tant qu'il ne l'aura pas soumis à cet examen que nous considérons comme une véritable épreuve.

MÉCANISME

Le corps humain, composé de différents segments articulés les uns avec les autres, ne peut se tenir droit qu'à de certaines conditions. Il faut d'abord que ces différents segments offrent une résistance suffisante pour pouvoir être soutenus et supportés les uns par les autres. Il faut ensuite

qu'ils soient maintenus dans un état d'extension réciproque. Il faut enfin que le centre de gravité du tout passe par la base de sustentation.

Nous avons déjà étudié la résistance des divers segments du squelette, véritable charpente et soutien de tout le corps. La colonne vertébrale porte la tête et soutient le poids des parties suspendues autour d'elle. Mais elle ne le fait pas sans subir une sorte de compression dans le sens vertical, qui fait que l'homme, ainsi que nous l'avons déjà fait remarquer, est toujours moins grand debout que lorsqu'il est couché.

Nous avons déjà vu que les courbures de la colonne vertébrale augmentaient sa résistance et qu'au lieu de résister comme un, elle résiste comme le carré du nombre de ses courbures plus un, c'est-à-dire comme 16 qui est le carré de 4, nombre de ses courbures, plus un. Mais il est faux de dire que sa résistance est encore augmentée par le canal dont elle est intérieurement creusée, en vertu du principe de mécanique qui montre qu'une colonne creuse résiste plus qu'une colonne massive, composée de la même quantité de matière, tout étant égal d'ailleurs. Il suffit de faire remarquer que la colonne de soutien est exclusivement formée par la succession des corps vertébraux et que le canal central n'est point creusé au milieu d'eux mais en arrière, pour montrer que le principe de mécanique que nous venons de citer ne saurait trouver son application ici. Mais ce principe est parfaitement applicable aux os longs des membres.

Le sacrum, sur lequel repose la colonne vertébrale, est solidement fixé, dans les symphyses iliaques, aux os coxaux,

qui, reliés entre eux, en avant, par la symphyse pubienne, forment avec lui une ceinture osseuse résistante, par l'intermédiaire de laquelle, le poids du tronc, avec celui de la tête et des bras, se transmet aux membres inférieurs. Nous avons déjà fait remarquer comment la forme de coin du sacrum avait pour résultat de répartir la pression sur toutes les parties du cercle pelvien.

Les fémurs résistent à la pression du bassin à la manière de colonnes creuses et transmettent le poids des parties supérieures aux tibias. Enfin les tibias soutiennent les fémurs, et tout l'édifice repose, en dernière analyse, sur les os du pied. Nous savons que le squelette du pied est formé d'os nombreux disposés à la manière d'une voûte dont l'appui postérieur est au calcanéum et l'appui antérieur aux têtes des métatarsiens. Le bord externe de la voûte, repose également sur le sol. C'est par son sommet, par l'astragale, que cette voûte supporte tout le poids du corps.

Il nous faut rechercher maintenant comment il se fait que lorsque l'homme se tient debout, ces différents segments que nous venons de passer en revue et essentiellement mobiles les uns sur les autres, ne sont pas entraînés par la pesanteur à se fléchir les uns sur les autres, à la manière des segments d'une tige articulée inerte dressée sur le sol, puis abandonnée à elle-même.

Ce problème qui semble un des plus élémentaires de la physiologie, n'est cependant pas encore résolu d'une manière définitive, et partage les physiologistes en plusieurs camps.

La plus ancienne théorie est la théorie musculaire,

émise par Fabrice d'Aquapendente, et qui a encore des partisans. Elle admet que le redressement des divers segments du corps, dans l'attitude debout, ne peut être maintenu que par la contraction musculaire incessante des groupes musculaires antagonistes et, en particulier, des extenseurs. Une autre théorie est la théorie mécanique imaginée par les frères Weber en 1846, admise depuis par de nombreux physiologistes. Elle fait jouer un rôle capital à la distension des ligaments de l'articulation de la hanche et de celle du genou, de telle sorte que l'extension de ces deux articles serait maintenue en dehors de toute action musculaire par la seule force de la pesanteur agissant en sens opposé des ligaments distendus.

Enfin, il est une troisième théorie, celle de Giraud-Teulon, qui se rapproche de cette dernière, mais remplace la distension des ligaments par la tonicité de certains groupes musculaires.

Il nous semble qu'aucune de ces théories n'est vraie à l'exclusion des autres, et que la vérité réside dans une sorte d'éclectisme qui, suivant les régions et les circonstances, fait intervenir la résistance active des muscles ou la résistance passive des ligaments, ou les deux à la fois. Et d'abord, il est facile de démontrer que la théorie musculaire est inadmissible dans son ensemble et dans sa généralisation. Établie d'une façon indiscutable et admise d'ailleurs par les partisans de la théorie mécanique, pour les deux segments extrêmes de l'individu, c'est-à-dire pour la station de la tête sur la colonne vertébrale et pour la station de la jambe sur le pied, elle est ruinée, pour le reste du corps, par la seule inspection du nu.

Un muscle contracté, comme nous l'avons déjà dit, n'a pas la même forme qu'un muscle relâché. Il y a entre ces deux aspects différents d'un même muscle opposition absolue. Ils ne peuvent coexister. L'un exclut l'autre, tout comme les états physiologiques qui leur donnent naissance, la contraction et le relâchement.

Il suffit de regarder un homme nu dans la station debout bien équilibrée, pour constater que les muscles quadriceps, extenseurs de la jambe sur la cuisse, sont dans le relâchement ; il en est de même pour les muscles fessiers, extenseurs du tronc sur les cuisses, et aussi pour les masses sacro-lombaires qui étendent le tronc.

Force est bien alors de faire intervenir la théorie mécanique pour le maintien en état d'extension des articulations dont les extenseurs sont aussi manifestement relâchés.

Mais il faut bien observer ici que le relâchement de ces extenseurs ne se produit que lorsqu'ils ont assuré le parfait équilibre de la station, et qu'ils sont toujours prêts à se contracter de nouveau pour rétablir cet équilibre, s'il vient à être rompu par une cause quelconque. C'est pourquoi si, dans la station, l'extension de certains articles peut être maintenue sans contraction musculaire et de façon toute mécanique, il n'en n'est pas moins vrai que le concours de la contraction musculaire reste nécessaire pour produire cette extension et pour rétablir les conditions de cet équilibre, lorsqu'elles viennent à être détruites.

Nous allons étudier successivement les conditions d'équilibre des différents segments du corps les uns sur les autres. Mais auparavant nous chercherons à définir la direction de la ligne de gravité dans la station droite.

DE LA LIGNE DE GRAVITÉ DU CORPS DANS LA STATION DROITE

La détermination du centre de gravité du corps humain a déjà fait l'objet de nombreuses recherches. On connaît le procédé de Borelli qui consiste à placer l'homme étendu

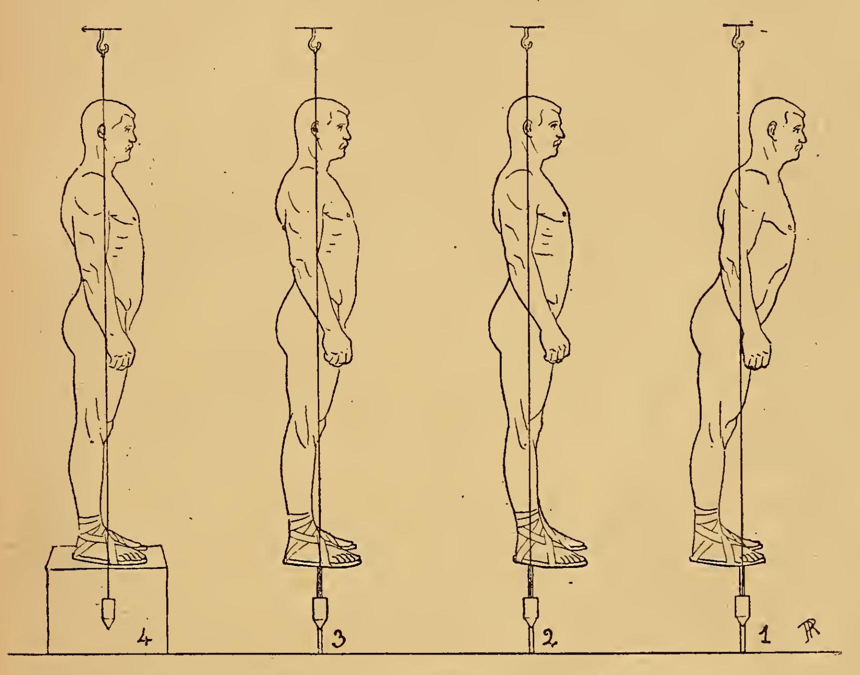


Fig. 43. — Détermination expérimentale du centre de gravité dans la station droite.

sur une surface horizontale mobile à la manière d'une balance. Lorsque ce plan mobile est parfaitement en équilibre, il est certain que le centre de gravité de l'homme couché dessus se trouve dans le plan vertical qui passe par l'arête transversale servant de pivot.

D'autre part il est bien évident que le centre de gravité

est contenu dans le plan sagittal médian divisant le corps en deux parties latérales que l'on considère de poids égal.

Reste à trouver le plan latéro-latéral qui diviserait le corps en moitié antérieure et moitié postérieure et qui contient également le centre de gravité. Ici le procédé de Borelli ne peut plus servir à cause de la difficulté de placer l'homme sur le côté et de l'y maintenir. D'ailleurs, la situation de ce plan varie nécessairement avec les attitudes. Pour la station droite, nous avons tenté de le déterminer expérimentalement de la façon suivante :

Nous prions un modèle préalablement chaussé de sandales à semelles de bois parfaitement planes, de se tenir debout en équilibre sur la surface de section d'une planche verticale d'un centimètre d'épaisseur et disposée transversalement par rapport à lui. Un fil à plomb est installé à demeure sur le côté du sujet de manière qu'il rencontre la section de la planche. Enfin l'observateur se place à une certaine distance sur le prolongement de cette même planche, et voit ainsi le sujet en expérience de profil, traversé par la verticale du fil à plomb (fig. 43).

L'expérience comporte plusieurs temps. Le sujet est invité à se tenir en équilibre sur les deux pieds placés comme dans la station droite, en prenant contact avec la planche successivement par différents points de la longueur de la semelle, de la pointe au talon. Chaque fois que l'équilibre est bien établi une photographie est faite, je n'ai pas besoin d'ajouter que l'objectif se trouve exactement sur le prolongement de la planche verticale qui sert à l'expérience, c'est-à-dire perpendiculairement au plan médian sagittal du sujet (fig. 43, n°s 1, 2 et 3).

En dernier lieu, le sujet est photographié dans la station debout à la même place, mais reposant alors sur une large surface parfaitement horizontale (fig. 43, nº 4).

Or, la solution du problème est tout entière dans les diverses photographies ainsi obtenues, dont le dessin ci-contre (fig. 43) représente les quatre principales, qui sont d'ailleurs parfaitement suffisantes.

Dans la première, le modèle porte sur la pointe des pieds. On voit que pour maintenir l'équilibre, le corps est forcé de se pencher en avant, et l'attitude ne ressemble en rien à celle de la station droite.

Dans la deuxième, le modèle repose sur les talons, et la direction que prennent alors les membres inférieurs est tout autant anormale.

Dans la troisième, au contraire, le modèle repose sur le milieu de la semelle, et toute l'attitude se rapproche de celle de la station droite normale bien équilibrée, ainsi que le confirme la quatrième photographie qui représente le même sujet debout sur un large plan résistant.

Il est bien évident que le centre de gravité est contenu dans le plan vertical latéro-latéral qui passe par la section de la planche et qui est tracé sur les photographies par le fil à plomb.

On peut donc conclure de l'examen des photographies en question, que, *dans la station droite, la ligne de gravité passe bien avant de l'articulation tibio-tarsienne, dans un plan transversal situé en avant de l'apophyse du cinquième métatarsien*. Prolongée par en haut, cette ligne passe en avant du moignon de l'épaule et traverse le pavillon de l'oreille vers son milieu.

STATION DE LA TÊTE SUR LA COLONNE VERTÉBRALE

La tête repose sur la première vertèbre cervicale ou atlas dont les surfaces articulaires supérieures forment son centre d'appui.

Lorsque le visage est vertical, la ligne de gravité qui part du centre de gravité de toute la tête passe un peu en avant de l'articulation occipito-atloïdienne.

D'où il suit que la tête tomberait en avant si elle n'en était empêchée par la contraction des muscles de la nuque. Ainsi que je l'ai déjà fait remarquer plus haut, le système représente ici un levier du premier genre dont le point d'appui est au centre, la résistance en avant et la puissance en arrière (fig. 16). Mais cette contraction des muscles de la nuque n'a pas besoin d'être énergique, car la ligne de gravité passant très peu en avant du centre d'appui, le bras de la résistance est fort court, et celui de la puissance le dépasse certainement en longueur.

Il suffit de tourner le visage légèrement en haut pour que la ligne de gravité passant par le point d'appui même, l'équilibre s'établisse sans le secours d'aucune force musculaire.

Il résulte de ce qui précède, que si dans la station verticale les muscles de la nuque sont tendus, ils ne forment jamais ces saillies en forme de cordes qu'on observe dans certains mouvements, comme dans l'action de résister à une force qui pousserait la tête en avant.

L'équilibre des diverses pièces de la colonne vertébrale se

fait également suivant la théorie du levier du premier genre. Le point d'appui est au centre des corps vertébraux, la résistance est au centre de gravité du torse placé en avant d'eux et la puissance dans les muscles du dos ou du cou qui empêchent la colonne d'être entraînée en avant.

Pour la colonne lombaire, les forces se déplacent, le point d'appui demeurant toujours au milieu, au niveau des corps vertébraux. La ligne de gravité du torse passe, en effet, en arrière des corps vertébraux lombaires et constitue la résistance, pendant qu'en cette région la puissance qui fait équilibre à la pesanteur est en avant, aux muscles de l'abdomen; d'où il résulte que les muscles lombaires dans la station droite n'ont rien à supporter.

STATION DU TRONC SUR LES CUISSES

C'est par l'intermédiaire des deux seules cavités cotyloïdes que le tronc tout entier, en y comprenant le poids de la tête et deux membres supérieurs, porte sur les deux fémurs. Étant donné la forme de « noix » des deux articulations coxo-fémorales, l'équilibre est des plus précaires et ne peut être maintenu que grâce à des dispositions spéciales. Nous savons que tout autour de ces articulations sont de puissantes masses musculaires, et les partisans de la théorie musculaire y font appel, pour le maintien de l'équilibre, qui résulterait du jeu des muscles antagonistes placés en avant et en arrière de l'articulation, la ligne de gravité passant par le plan même de l'articulation. Cer-

tains prétendent même que la ligne de gravité passe en avant de l'articulation et que les muscles fessiers n'ont

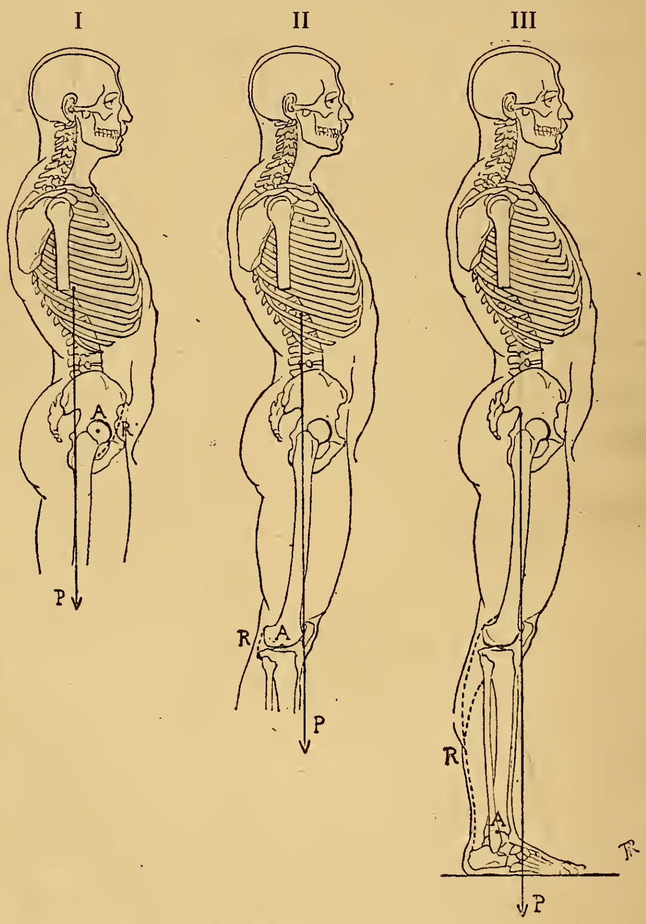


Fig. 44. — Equilibre des divers segments du corps les uns sur les autres dans la station droite.

I. Station du tronc sur les cuisses. — II. Station des cuisses sur les tibias. — III. Station des jambes sur les pieds.

A. Point d'appui au centre articulaire. — P. Ligne de gravité. — R. Résistance ligamenteuse (I, II) ou musculaire (III).

le volume qu'on leur connaît que pour empêcher, par leur contraction permanente, la chute en avant. C'est là

une erreur; sans diminuer l'importance des muscles fessiers qui, dans certains cas, comme dans la flexion du torse en avant, ont à supporter seuls l'effort de la pesanteur qui entraîne le torse en ce sens, il nous faut considérablement restreindre le rôle qu'on leur a attribué dans la station.

En effet, il est bien établi, par l'examen du nu, que, dans la station droite bien équilibrée, les muscles fessiers sont dans le relâchement le plus complet. Nous devons en conclure que c'est en arrière de l'axe transversal qui joindrait le centre des deux articulations coxo-fémorales, que passe la ligne de gravité du tronc, et que c'est en avant qu'il nous faut chercher le contrepoids. Or ce contrepoids existe ; il se trouve réalisé par la distension d'un fort trousseau ligamenteux, le ligament de Bertin, situé à la partie antérieure de l'articulation et qui limite les mouvements d'extension dont elle est susceptible. Peut-être faut-il y joindre avec Giraud-Teulon la distension du muscle psoas-iliaque qui le recouvre en partie. J'ajouterai que, dans la station droite, le muscle tenseur du fascia lata est aussi manifestement tendu.

L'équilibre du tronc sur les cuisses est ainsi assuré, comme je l'ai déjà dit, d'après le mécanisme d'un levier du premier genre dont le point d'appui est au centre articulaire, la puissance en arrière au point d'application du centre de gravité du tronc et la résistance en avant représentée par les ligaments et les muscles distendus (fig. 44, I).

STATION DES CUISSES SUR LES TIBIAS

Les deux fémurs reposent sur les plateaux des tibias auxquels ils font supporter tout le poids des parties du corps situées au-dessus. Ceux qui pensent que la ligne de gravité passe au niveau ou en arrière de l'articulation du genou sont obligés de faire intervenir la contraction énergique de l'extenseur de cette articulation (quadriceps) pour empêcher la flexion qui, dans ce cas, serait inévitablement causée par l'action seule de la pesanteur. Mais il n'en est pas ainsi, la ligne de gravité passe en avant du centre articulaire du genou qui, à l'instar de ce qui se passe pour la hanche, se trouve maintenu en extension par la pesanteur, laquelle extension est limitée par la distension des ligaments articulaires et, en particulier, des ligaments croisés (fig. 44, II).

Il nous paraît légitime de faire intervenir également, dans une certaine mesure la distension des masses musculaires des jumeaux. Ces muscles dont les fibres charnues sont assez courtes ne sont pas susceptibles d'un allongement considérable, et, dans la station droite, l'extension du genou les place dans un état de distension qui n'est pas très éloigné de la limite de leur allongement.

Comme nous verrons tout à l'heure qu'ils jouent un rôle actif et important dans le maintien de l'articulation du cou-de-pied, il y a lieu de penser qu'ils agissent également pour limiter l'extension de l'articulation du genou.

STATION DES JAMBES SUR LES PIEDS

L'articulation tibio-tarsienne ne possède aucun appareil ligamenteux qui puisse limiter les mouvements soit en avant, soit en arrière. Il en résulte que l'action musculaire seule peut, dans la station droite, fixer cette articulation.

En quoi consiste et où réside cette action musculaire ?

La ligne de gravité du corps, ainsi que je l'ai montré plus haut, passant en avant de l'articulation tibio-tarsienne, c'est en arrière que se trouve la puissance qui empêchera la chute en avant, et cette puissance ne saurait être ailleurs que dans le muscle gastrocnémien (fig. 44, III). Ce muscle est-il contracté ou simplement distendu ? La distension d'un tissu contractile comme le tissu musculaire n'est en rien comparable à la distension d'un tissu simplement résistant comme les ligaments, et la limite est quelquefois difficile à établir entre la distension musculaire et l'existence de la contraction, d'autant plus que, ainsi que nous l'avons vu plus haut, un même muscle peut être à la fois distendu et contracté.

Mais il nous semble que si l'on compare ce qui se passe dans le mollet d'un homme qui, de la station droite, s'élève sur la pointe des pieds, auquel cas la contraction du mollet apparaît dans toute son énergie, on sera tenté d'attribuer la plus grande part d'action dans la station droite à la distension musculaire. C'est ainsi qu'un muscle long, bien qu'à courtes fibres charnues, étendu de l'extrémité inférieure du fémur au calcanéum, et passant en arrière de

deux articulations, le genou et le cou-de-pied, remplirait, d'un même coup, vis-à-vis de ces deux articulations, un rôle analogue en vertu d'un même état de distension accompagné d'une contraction plus ou moins marquée de ses fibres.

Il résulte de ce qui précède qu'autant les fesses d'un homme qui se tient debout sont molles et relâchées, autant son mollet doit être, sans former une saillie exagérée, d'un dessin ferme et arrêté.

STATION DES PIEDS SUR LE SOL

Les deux pieds reposent par la plante sur le sol, mais ne le touchent pas dans toute leur étendue. Le pied reproduit la forme de voûte du squelette, et il ne repose sur le sol que par le talon, le bord externe et la partie antérieure. La trace qu'il laisse sur le sol est très démonstrative à cet égard.

Les deux pieds circonscrivent la base de sustentation par laquelle doit passer la ligne de gravité de tout le corps pour qu'il y ait équilibre. Cette ligne passe exactement, dans la station dont il est question ici, à distance égale des deux pieds, bien en avant d'une ligne qui joindrait les centres d'articulation des cous-de-pied. (Voy. p. 161.)

MORPHOLOGIE

Dans la station verticale droite, les deux parties du corps sont absolument symétriques. La verticale passe exacte-

ment par la ligne médiane de la tête, du cou et du tronc, puis descend entre les deux membres inférieurs à égale distance de l'un et de l'autre.

Les axes des épaules et des hanches sont parfaitement

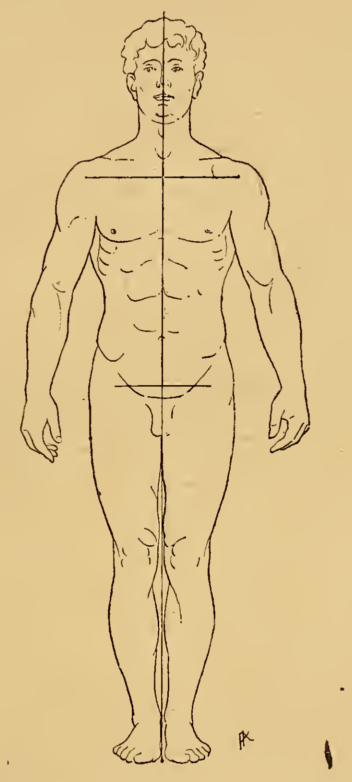


Fig. 45. — STATION DROITE. Horizontalité de l'axe des épaules et de l'axe des hanches.

horizontaux. J'appelle axes des épaules une ligne transversale qui passerait par le centre articulaire des deux articulations scapulo-humérales. L'axe des hanches est une ligne de même direction traversant le centre des deux articulations coxo-fémorales (fig. 45).

C'est dans cette position qu'un modèle doit être mesuré. Je rappellerai ici, en quelques mots, les proportions moyennes de l'homme telles que nous les avons établies[1].

PROPORTIONS DE L'HOMME MOYEN DANS LA STATION DROITE

La tête est comprise sept fois et demie dans la hauteur du corps (fig. 46). Elle est divisée, en deux moitiés égales, dans sa hauteur, par un plan horizontal passant par les angles internes des yeux.

Le tronc, y compris la tête, mesure quatre longueurs de tête. Les subdivisions correspondent à des points de repère situés à la partie antérieure et à la partie postérieure du torse. Elles sont le résultat des intersections de la surface du corps avec des plans horizontaux distants les uns des autres de la hauteur d'une tête.

Le premier plan de division tangent au menton en avant, coupe la nuque en arrière, un peu au-dessus de la saillie de la proéminente. Le deuxième correspond aux mamelons en avant, et, en arrière, à la région dorsale, un peu au-dessus de la pointe du scapulum. Le troisième est situé, en avant, aux environs du nombril, et il touche, en arrière, à la limite supérieure de la fesse. Le quatrième enfin coupe, en avant, les organes génitaux tout à leur partie inférieure, et, en arrière, il se confond avec le pli fessier.

De ces différents points de repère, trois sont situés à la

[1] *Canon des proportions du corps humain*. Ch. Delagrave, éditeur, Paris, 1893.

partie antérieure et n'ont pas une grande fixité en raison de leur siège cutané et des variations individuelles qu'ils peuvent présenter. Ils sont néanmoins commodes et méritent d'être conservés. Mais, par contre, le point de repère postérieur qui limite le torse inférieurement, le pli fessier, est de la plus grande importance en raison de sa fixité. Nous avons, en effet, exposé ailleurs comment le pli cutané qui borde la fesse, par en bas, n'est pas dû au relief naturellement variable du muscle grand fessier, mais qu'il est fixé directement au squelette et qu'il est occasionné par des trousseaux fibreux spéciaux se rendant de la face profonde de la peau à l'ischion.

Nous pouvons, en outre, relever, à la partie antérieure du torse, d'autres points de repère, ceux-là fixes également parce qu'ils appartiennent au squelette. Ainsi, l'épine iliaque antérieure et supérieure est située à un quart de tête au-dessous de la troisième division qui passe par le nombril, ou, si l'on aime mieux, à trois quarts de tête de la limite inférieure du torse. De l'épine iliaque, nous mesurons deux têtes en direction verticale, jusqu'à la clavicule, et aussi du même point à la fourchette sternale, en direction oblique. Il s'ensuit que la clavicule est située à un quart de tête au-dessous du plan du menton et que le creux sternal, situé un peu plus bas, en est distant d'un tiers de tête environ : ce qui est la hauteur du cou mesuré en avant.

Nous avons vu que le tronc y compris la tête, mesure quatre longueurs de tête, du vertex au pli fessier. Le membre inférieur mesure également quatre têtes du sol jusqu'au pli de l'aine, en sa partie médiane qui répond, dans la profondeur, à l'articulation de la hanche.

Mais, comme on peut le voir, ces deux mesures, tronc et membre inférieur, chevauchent l'une sur l'autre d'une demi-tête. D'où il suit que la hauteur totale de la figure n'est que de sept têtes et demi et que le milieu de la figure correspond juste au centre de la partie commune, c'est-à-dire, à mi-distance de la limite inférieure du tronc et de la limite supérieure du membre inférieur, en un point qui est situé à la racine des organes.

Les subdivisions du membre inférieur se répartissent ainsi :

Du sol à l'interligne articulaire du genou, deux têtes.

De ce point à un travers de doigt au-dessus du grand trochanter, à la hauteur du milieu de l'aine, deux têtes également. Que le membre inférieur soit fléchi, ou qu'il reste étendu, ces points de repère gardent toute leur valeur et les deux segments du membre pourront être mesurés de la même façon et présenteront les mêmes dimensions. Pour la cuisse, la chose va de soi, puisque les points de repère, dessus du grand trochanter et face inférieure des condyles, appartiennent au même os, le fémur. Il faut toutefois, dans les mensurations qui portent sur le membre fléchi, avoir soin, du côté du genou, de tenir compte de l'épaisseur de la rotule qui vient exactement s'appliquer sur la trochlée fémorale. Dans la mesure de la jambe prise de la limite supérieure ou tibia (interligne articulaire du genou) à la plante du pied, il sera toujours facile de faire la part des altérations qui peuvent résulter des diverses attitudes du pied.

Vu par sa face postérieure et par sa face interne, le membre inférieur mesure trois têtes et demie du sol au pli fessier et à très peu de distance du périnée.

Le centre de la rotule occupe le milieu de l'espace compris entre l'épine iliaque et le sol. Mais cette mesure n'est

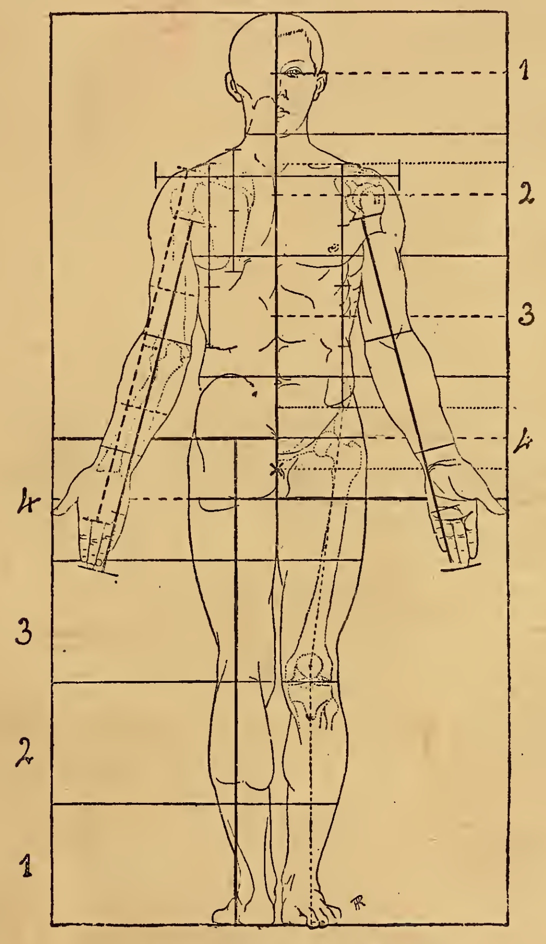


Fig. 46. — Canon de l'homme moyen.

vraie que dans l'extension complète du torse sur la cuisse. En effet, la flexion de l'articulation de la hanche a pour résultat de rapprocher, proportionnellement à son degré, l'épine iliaque de la rotule.

Pour ce qui est des subdivisions du membre supérieur, nous les compterons en commençant par le bas. La première tête comprend la main et le poignet, la main à elle seule dépassant un peu trois quarts de tête. Le milieu de cette première subdivision correspond sur le dos de la main à un point situé juste au-dessus de la tête du troisième métacarpien. D'où il suit que le doigt médius augmenté de la tête de ce troisième métacarpien sur laquelle il repose, égale une demi-tête.

Cette mesure peut se prendre facilement en faisant fléchir le médius à sa racine tout en maintenant les deux dernières phalanges en extension.

La seconde tête commençant au poignet aboutit, en avant, au-dessus du pli de la saignée et, en arrière, au-dessus de la saillie olécranienne. Ce point de repère postérieur est précis, et comme il ne répond pas au sommet de l'olécrâne mais au-dessus, il en résulte que cette mesure peut être facilement prise, le coude fléchi à angle droit. Ainsi, l'avant-bras et la main ont pour mesûre deux têtes, comme la jambe y compris la hauteur du pied, comme la cuisse mesurée de l'interligne articulaire du genou au-dessus du grand trochanter.

La troisième tête comprend le bras mesuré de la limite de l'avant-bras ci-dessus indiquée, au fond de l'aisselle.

Je ferai remarquer que la limite supérieure de l'avant-bras dépasse le pli de la saignée d'une longueur qui peut être considérée comme égale à celle qui manque au membre supérieur pour atteindre trois têtes et demie, c'est-à-dire égale à la hauteur de la tête du troisième métacarpien. D'où il résulte que de l'acromion au pli de la saignée on

mesure une tête et demie ; on trouve également une tête et demie de ce dernier point jusqu'à l'articulation métacarpo-phalangienne (interligne articulaire) du doigt médius. Et c'est ainsi que nous retrouvons la mesure de trois têtes assignée en commençant au membre supérieur diminué du doigt médius et mesuré du dessus de l'acromion au-dessous de la tête du troisième métacarpien. La saignée occupe juste le milieu de cette distance.

Mais c'est surtout en arrière que cette mesure acquiert de l'importance, le point de repère de la saignée étant remplacé par un point plus fixe emprunté au squelette, le point condylien. C'est ainsi que, du dessus de l'acromion au point condylien, on mesure une tête et demie et, de ce point au milieu de l'articulation métacarpo-phalangienne également une tête et demie. Cette égalité des deux segments du membre supérieur ainsi mesuré a été donnée par Léonard de Vinci et elle est souvent rappelée dans les cours et dans les ateliers ; mais on a l'habitude de prendre comme point de repère médian le sommet de l'olécrâne. Je préfère de beaucoup le point condylien situé à la même hauteur dans l'extension du coude, parce que l'exactitude de cette mesure persiste dans la flexion du membre aussi bien que dans l'extension, ainsi qu'on peut le constater facilement sur la nature, ce qui n'a pas lieu pour le point olécranien. Dans la flexion du coude, en effet, le sommet de l'olécrâne descend augmentant la longueur du bras, tandis que le point condylien appartenant à l'humérus ne change pas de place. Je ferai toutefois observer que si, du côté du coude, la cause d'erreur se trouve supprimée, il faut tenir compte, dans les mouvements du membre supérieur, des déplacements du sque-

lette résultant du jeu de l'articulation scapulo-humérale aussi bien que de celui de l'articulation du poignet.

Les principales mesures de largeur du tronc sont les suivantes :

La plus grande largeur des épaules n'atteint pas tout à fait deux têtes. La distance qui sépare les deux fossettes sous-claviculaires égale une tête.

La largeur de la poitrine au niveau de l'aisselle est d'une tête et demie.

L'intervalle qui sépare les deux tétons mesure moins d'une tête.

Enfin le diamètre bi-trochantérien ou la plus grande largeur des hanches est d'une tête et demie à peine.

Je résumerai ce qui précède dans le tableau suivant :

La tête est comprise sept fois et demie dans la hauteur de la taille.

La hauteur de la tête est divisée en deux parties égales par la ligne des yeux ; le doigt médius augmenté de la tête du troisième métacarpien égale une demi-tête.

Le milieu de la figure répond à la racine des organes génitaux.

Le tronc mesure quatre têtes du vertex au pli fessier.

Le membre inférieur mesure également quatre têtes du dessus du grand trochanter, ou du milieu du pli de l'aine au sol.

Le membre supérieur mesure un peu moins de trois têtes et demie du dessus de l'acromion à l'extrémité du doigt médius, ou exactement trois têtes du même point à l'interligne articulaire de l'articulation métacarpo-phalangienne du médius, ou bien de l'extrémité du médius au fond de l'aisselle.

La distance de l'acromion au point condylien égale la distance de ce dernier point au milieu de l'articulation métacarpo-phalangienne du médius, égale aussi la plus grande largeur des hanches et mesure une tête et demie.

La mesure de deux têtes est commune à la jambe y compris la hauteur du pied et mesurée de l'interligne articulaire du genou au sol ; à la cuisse mesurée de l'interligne articulaire du genou au grand trochanter ; à l'avant-bras, y compris la main, mesuré du dessus de l'olécrâne à l'extrémité du médius ; au torse mesuré de l'épine iliaque à la clavicule ou à la fourchette sternale. Enfin la plus grande largeur des épaules atteint à peine deux têtes.

La distance de l'épine iliaque au-dessus de la rotule égale la distance du dessus de la rotule au sol, égale aussi la hauteur du torse en avant de la fourchette sternale au-dessus du pubis.

La longueur du pied dépasse une tête d'un septième environ.

Revenons maintenant à la description morphologique de la station droite.

APLOMBS DU CORPS DANS LA STATION DROITE

En examinant le profil d'un homme qui se tient dans la station droite, on peut constater à première vue que les différents segments dont se compose le corps et dont nous avons étudié plus haut le mode d'équilibre, ne se trouvent point superposés les uns sur les autres de telle manière que l'axe longitudinal de chacun d'eux se confonde avec la

même verticale. Ils sont tous au contraire plus ou moins inclinés les uns sur les autres de sorte que leurs axes

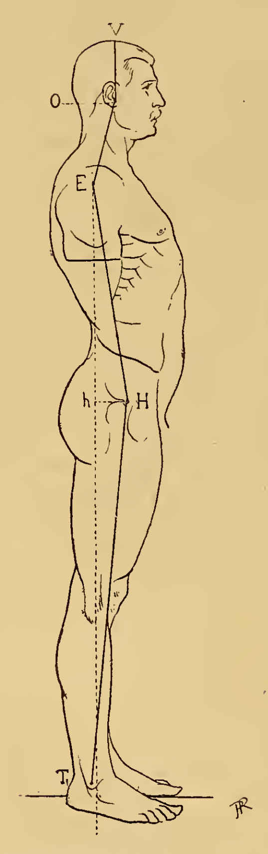


Fig. 47. — Profil de la station droite sur lequel sont marqués les axes des divers segments du corps.

V O, axe de la tête; O E, axe du cou, E H, axe du tronc; H T, axe du membre inférieur; H *h*, distance qui sépare le plan vertical des épaules de celui des hanches.

Une verticale abaissée du point E passe en avant de la malléole externe.

décrivent une ligne brisée intéressante à bien connaître (fig. 47).

La ligne transversale qui joint les centres articulaires des deux épaules perce le profil en un point qui se trouve situé

au milieu d'une ligne horizontale passant par la deuxième pièce sternale. Une verticale tracée de ce point (fig. 47, E) tombe sur l'articulation tibio-tarsienne en avant de la malléole externe.

L'axe des hanches est toujours situé dans un plan antérieur à l'axe des épaules. Sur le profil, cet axe se projette en un point situé en avant et au-dessus du grand trochanter (fig. 47, H).

La distance qui sépare les deux plans verticaux passant par l'axe des épaules et par celui des hanches peut être mesurée par la perpendiculaire menée du point de la hanche sur la verticale abaissée du point des épaules (H *h*). Chez un homme de taille moyenne de $1^{m},65$, cette perpendiculaire a 7 à 8 centimètres de longueur. Cette distance varie avec les individus et elle décroît en même temps que diminue la cambrure des reins. Je n'ai observé, chez aucun sujet sain, cette distance réduite à zéro, c'est-à-dire, l'axe des épaules et des hanches dans le même plan vertical.

Le minimum de distance a été observé chez un acrobate adonné aux exercices de dislocation, elle était réduite à 2 centimètres. Dans ce cas, le profil de la station droite prenait un aspect disgracieux et lorsque les bras tombaient naturellement le long du corps, les mains au lieu de toucher la face externe des cuisses se plaçaient en avant.

Cette distance augmente chez les sujets qui se cambrent, exagérant le redressement de leur taille. Sur un même sujet, elle augmente, s'il porte les mains en avant, et plus encore, si les mains sont chargées de poids.

Une ligne tracée du centre des hanches au centre des épaules peut être considérée comme l'axe du tronc (fig 47,

H E). Du centre des hanches au centre de l'articulation tibio-tarsienne une autre ligne représentera bien qu'imparfaitement l'axe des membres inférieurs (H T). Du centre des épaules au centre d'articulation de la tête et du cou, une troisième ligne formera l'axe du cou (E O). Et, de ce dernier point, une verticale s'élevant jusqu'au vertex sera considérée comme représentant l'axe de la tête (O V).

Ces quatre lignes représentant les axes des différents segments du corps dans la station droite se succèdent en s'inclinant les unes sur les autres de la façon suivante.

De l'axe de la tête qui est vertical, l'axe du cou se dirige en arrière, puis l'axe du tronc se porte en avant et enfin l'axe des membres inférieurs se dirige à son tour en arrière.

En résumé, nous pouvons dire que la station verticale se compose d'une succession de lignes obliques alternativement de sens inverse. Les angles formés par ces différentes lignes sont des angles obtus très ouverts. Les angles peuvent varier légèrement suivant la tenue du sujet. S'ils se ferment, le sujet, portant le menton et le ventre en avant, la taille totale diminuera, s'ils s'ouvrent au contraire davantage par des mouvements inverses, la taille augmentera. Voilà pourquoi la mesure de la taille exige certaines précautions pour être prise avec rigueur. Il faut placer ces différentes lignes brisées dans une situation fixe et toujours la même. Ce résultat s'obtient en accolant le sujet à un plan vertical, à un mur, auquel il touchera de la tête, des épaules, des fesses et des talons, ainsi que le conseille M. A. Bertillon dans ses remarquables « Instructions signalétiques ».

de voir combien le corps peut s'incliner en avant sans qu'il y ait chute.

Si les pieds sont écartés l'un de l'autre, la base de sustentation est élargie, et le tronc peut subir des déplacements

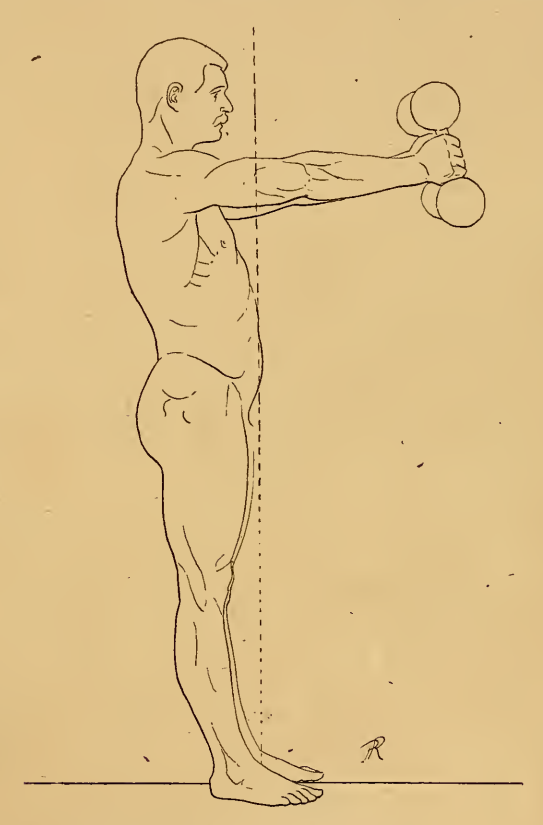


Fig. 51. — Station droite avec charge en avant.

beaucoup plus étendus dans le sens de l'écartement des pieds.

Si l'homme ajoute à son propre poids des poids étrangers, s'il porte des fardeaux, par exemple, il est obligé de prendre certaines attitudes caractéristiques et nécessitées par le maintien de l'équilibre qui ne peut exister que si le centre

de gravité du corps calculé avec le poids additionnel est dans une verticale passant par la base de sustentation.

Si la charge est portée en arrière sur le dos, comme dans

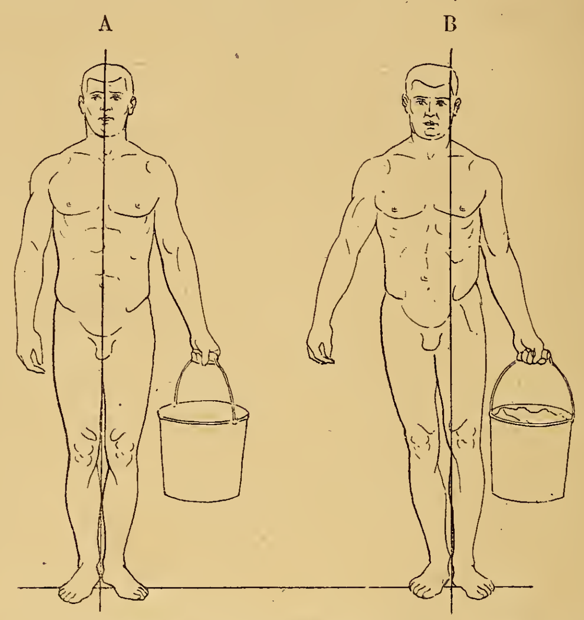


Fig. 52. — Station droite avec charge latérale. En A, le seau est vide; en B, le seau est plein.

l'exemple ci-contre (fig. 50), le tronc se penche en avant pour contrebalancer le poids surajouté.

Si elle est en avant, dans un éventaire par exemple, ou bien lorsque des haltères sont maintenus au bout des bras horizontalement tendus en avant (fig. 51), le corps prend une attitude opposée. Le tronc se renverse en arrière pour faire équilibre. L'homme qui porte un fardeau à la main se renverse de côté pour le même motif. De plus, il étend souvent le bras du côté où il penche pour accentuer davantage le déplacement du centre de gravité.

En résumé, le déplacement du tronc d'un côté ou de l'autre est d'autant plus accusé que le poids auquel il doit faire équilibre est plus lourd. Sous un même volume de la charge, l'attitude du corps permettra de distinguer les différences de poids, et il sera facile de reconnaître, par exemple, l'homme qui porte un seau vide de celui qui porte un seau plein (fig. 52).

II

STATION SUR LA POINTE DES PIEDS

MÉCANISME

La plupart des auteurs professent que, dans l'acte de se dresser sur la pointe des pieds, le pied représente un levier du deuxième genre, levier dit interrésistant, dont les exemples sont fort rares dans l'économie. La puissance se trouverait en arrière appliquée au talon et représentée par le triceps sural, le point d'appui en avant au niveau des orteils pressant sur le sol et la résistance, au milieu, dans l'articulation tibio-tarsienne même supportant le poids du corps (fig. 53).

M. le Dr Imbert dans ses annotations à la physique médicale de Wundt, puis le M. le Dr Bédart, dans une intéressante communication à la Société de Biologie, ont prétendu que, jusqu'à ce jour, les auteurs avaient fait erreur et que, dans la station sur les orteils, le pied représente un levier du premier genre dont la puissance se trouve, en arrière, au point d'insertion du triceps sural au calcanéum, la résistance représentée par la ligne de gravité du

corps au niveau de la nouvelle base de sustentation formée par les doigts du pied et le centre de rotation au milieu dans l'articulation tibio-tarsienne (fig. 54). La vérité est que le mouvement de soulèvement sur la pointe des pieds peut s'exécuter d'après ces différents mécanismes suivant la position de la ligne de gravité, mais qu'il n'existe de sta-

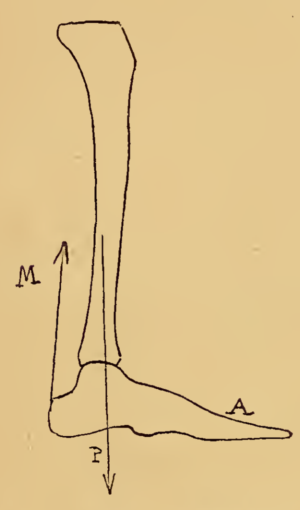


Fig. 53. — Schéma représentant un levier du 2e genre.

A, point d'appui ; P, ligne de gravité (Résistance) ; M, puissance musculaire.

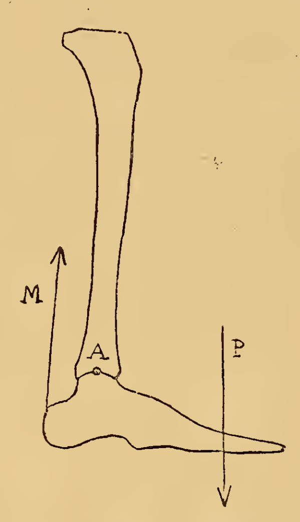


Fig. 54. — Schéma représentant un levier du 1er genre.

A, point d'appui ; P, ligne de gravité (Résistance) ; M, puissance musculaire.

bilité que dans le mouvement effectué d'après le mécanisme du levier du premier genre.

Il n'est pas sans intérêt de faire remarquer que c'est d'après le même mécanisme qu'a lieu la station droite, puisque la ligne de gravité passe bien en avant de l'articulation tibio-tarsienne. Lorsque la position sur la pointe des pieds est réalisée, il est bien clair, puisqu'il y a équilibre, que la ligne de gravité passe par la nouvelle base de

sustentation, mais au moment où le mouvement va s'exécuter qu'arrive-t-il ?

Il est facile de démontrer qu'avant d'opérer son mouvement d'élévation, le corps tout entier incline légèrement en avant, de manière à amener le centre de gravité au niveau des orteils où se trouvera la nouvelle base de sustentation. Et ce n'est qu'ensuite que le mouvement d'élévation sur la pointe des pieds a lieu.

En effet, « placez horizontalement sur une table, dit M. Bédart, à la hauteur du nombril, une règle qui la dépasse, approchez-vous le corps bien droit jusqu'au contact avec la règle ; à ce moment essayez de vous dresser sur la pointe des pieds, la règle sera repoussée ». Et il sera impossible de réaliser le mouvement sans repousser la règle, ce qui montre bien que ce mouvement n'est réalisable qu'à la condition d'incliner le corps en avant.

La même expérience peut être répétée d'autre façon. Approchez-vous, le corps droit, contre un mur, de manière à le toucher de la poitrine et de l'extrémité des orteils. Essayez de vous tenir sur la pointe des pieds, la chose vous sera complètement impossible. Et la raison en est que cette situation vous place dans l'impossibilité de déplacer votre centre de gravité en portant le haut du corps en avant.

L'expérience établit donc que, pour que l'élévation et la station sur la pointe des pieds se produisent, il faut préalablement que le centre de gravité ait été porté en avant. D'autre part, il est facile de comprendre que l'action du muscle du mollet toute seule n'a d'autre effet que de rapprocher ses deux insertions, son insertion supérieure

fémoro-tibiale de son insertion inférieure au calcanéum, mais qu'il ne saurait dépendre de lui de rendre fixe l'une ou l'autre de ses insertions. C'est donc dans une force en dehors de lui que la cause de la fixation de l'une ou l'autre de ses extrémités doit être cherchée. Si c'est l'insertion au calcanéum, qui est rendue fixe, la contraction du gastro-cnémien aura pour effet de fléchir le fémur sur le tibia, en même temps que d'attirer le tibia en arrière ; si c'est au contraire l'insertion supérieure qui est fixe, c'est le calcanéum qui s'élèvera. Or la cause qui rend fixe l'une ou l'autre de ces insertions, doit être cherchée d'abord dans l'action de la pesanteur.

Si la ligne de gravité du corps passe en avant de l'articulation tibio-tarsienne, l'effort de la pesanteur s'opposant à la flexion de l'articulation du genou et au déplacement en arrière de l'extrémité supérieure du tibia, la contraction du gastrocnémien n'aura d'autre alternative que de soulever le talon.

Si la fixité de l'insertion supérieure est obtenue par d'autres moyens, le même résultat a lieu. Ainsi appuyons-nous le dos et les talons contre un mur, nous nous élèverons sans difficulté sur la pointe des pieds sans pencher en aucune façon le corps en avant. Mais nous remarquons en même temps que ce mouvement ne s'accomplit qu'à la condition que le mur supporte une certaine pression. Qu'arrive-t-il alors ? C'est que le mur empêche la chute en arrière, et par suite l'inclinaison en arrière de l'extrémité supérieure du tibia ; d'où il suit que l'insertion supérieure du gastrocnémien se trouvant fixée, la contraction ne peut pas ne pas amener l'élévation de l'autre insertion, c'est-à-dire du talon.

Remarquons que, dans ce cas, la ligne de gravité du corps peut passer indistinctement par l'articulation tibio-tarsienne ou bien en un point situé en arrière du talon. Si la ligne de gravité passe par l'articulation, le système forme un levier du deuxième genre. Si cette même ligne passe en arrière du talon, nous sommes en présence d'un levier du troisième genre. Or, dans les deux cas, le soulèvement sur la pointe du pied peut également avoir lieu, mais l'équilibre de la station ne peut exister sans point d'appui pris en arrière sur un corps étranger.

Si nous reprenons l'expérience de la règle de tout à l'heure, nous verrons qu'il est possible de soulever le corps sur la pointe des pieds sans toucher à la règle, mais à la condition de ne le faire qu'un instant, en perdant l'équilibre et en retombant aussitôt sur les talons pour empêcher la chute imminente en arrière.

Grâce à quel mécanisme, ce soulèvement momentané a-t-il pu se produire? En vertu du même mécanisme que celui qui a été invoqué tout à l'heure. Nous savons, en effet, que, dans la station droite, la ligne de gravité passe bien en avant de l'articulation tibio-tarsienne et de l'articulation du genou. Cette dernière est donc maintenue en extension par la seule force de la pesanteur. Et l'extrémité supérieure du tibia étant ainsi rendue fixe, la contraction du gastrocnémien a pour effet nécessaire de soulever le talon. Mais comme dans cette expérience la ligne de gravité ne passe pas par la nouvelle base de sustentation formée par les orteils, la chute en arrière est inévitable. En effet, l'équilibre de la station sur la pointe des pieds, comme de toute espèce de station, ne peut être maintenu qu'à la condition

se contractent ; mais ce sont là des contractions secondaires, car elles sont subordonnées à l'établissement ou au maintien de l'équilibre ; elles n'ont rien de nécessaire et disparaissent lorsque celui-ci est parfaitement établi.

III

STATION VERTICALE HANCHÉE OU ASYMÉTRIQUE

Pline attribue à Polyclète l'introduction de la station hanchée dans la statuaire. On sait que depuis tous les artistes en ont usé et abusé. C'est que ce mode de station parfaitement naturel, ce qui ne gâte rien, s'accompagne d'une grande richesse et d'une grande variété de formes. Autant la station verticale droite que nous venons d'étudier nous montre les deux côtés du corps absolument symétriques avec accentuation des lignes droites, des verticales et des horizontales, autant la station hanchée amène de différences entre les deux parties latérales du corps. Ici, pas deux régions homologues qui aient la même conformation. Les lignes droites ont disparu, partout des sinuosités ou des courbes gracieuses. La préférence des artistes pour ce mode de station est donc bien légitime et justifiera également les détails circonstanciés dans lesquels nous allons entrer.

Comme pour la station droite, nous étudierons séparément et successivement son mécanisme et son action sur les formes extérieures.

que la ligne de gravité passe par la base de sustentation.

Il résulte de ce qui précède que l'effort qui consiste à soulever le corps sur la pointe des pieds peut être fait dans n'importe quelle position de la ligne de gravité, c'est-à-dire d'après le mécanisme variable des divers genres de leviers.

Mais la position n'est stable que si la ligne de gravité passant par les orteils, le système représente un levier du premier genre.

MORPHOLOGIE

Nous avons vu que, sur le profil de la station droite, les axes des différents segments du corps formaient une succession de lignes alternativement obliques en sens contraire. Dans la station sur la pointe des pieds, il s'en ajoute une nouvelle par en bas, obéissant à la même loi et représentant l'axe du pied.

La verticale abaissée de l'axe des épaules rencontre le pied au niveau des articulations métatarso-phalangiennes et coupe l'axe du membre inférieur à la hauteur du genou (fig. 55).

Dans ce genre de station l'équilibre est assez instable, étant donné le peu d'étendue de la base de sustentation. Aussi cette base a-t-elle tendance à s'élargir latéralement par l'écartement des pieds ou bien, sans déplacement des pieds, par suite d'une simple torsion du pied en dehors dont l'effet est de reporter l'appui sur les derniers orteils.

En résumé, cette station se distingue de la station sur la plante par une sorte de projection de tout le torse en avant

et par une obliquité plus grande de l'axe des membres inférieurs.

Sa caractéristique morphologique réside dans la forme

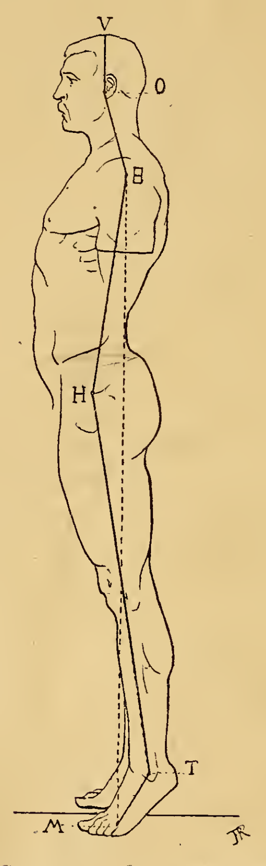


Fig. 55. — Station sur la pointe des pieds.
Profil sur lequel sont tracés les axes des divers segments du corps.

V O, axe de la tête; O B, axe du cou; B H, axe du tronc; H T, axe des membres inférieurs; T M, axe du pied.
Une verticale abaissée du point B, passe par la base des orteils.

spéciale des mollets, conséquence de la contraction énergique du muscle gastrocnémien dans son entier.

Il arrive également que les triceps fémoraux, les fessiers

MÉCANISME

Dans la station hanchée, le poids du corps au lieu d'être supporté également par les deux jambes comme dans la station droite, se trouve presque complètement reporté sur une seule jambe ; cette jambe demeure dans l'extension comme une colonne rigide, pendant que l'autre fléchie dans l'articulation du genou est portée un peu en avant et ne sert plus qu'à affermir l'équilibre. La pression de cette dernière sur le sol est fort minime et ne dépasse pas de beaucoup le poids du membre lui-même. Mais il arrive parfois qu'un rôle un peu plus actif lui est dévolu, et, lorsque la ligne de gravité tend à dépasser l'aire de sustentation du pied sur lequel porte le poids du corps, c'est elle qui par de légers mouvements contribue à l'y ramener.

La jambe sur laquelle le corps s'appuie prend le nom de jambe portante. Si cette jambe est la droite, on dit que l'homme hanche à droite : de même pour le côté gauche.

Le membre inférieur portant est dans l'extension complète, et le mécanisme qui maintient cette extension n'est autre que celui que nous avons invoqué pour la station verticale droite. La ligne de gravité du tronc passe en arrière de l'articulation coxo-fémorale et en avant de l'articulation du genou, d'où il suit que l'extension de ces deux articles est presque uniquement maintenue par le poids même des parties situées au-dessus d'eux, en même temps qu'elle est limitée par la distension des ligaments et des muscles. Quant au maintien de l'articulation tibio-tarsienne, le rôle

actif du gastrocnémien est le même dans les deux cas. L'autre membre inférieur est fléchi dans toutes ses articulations. Cette flexion est maintenue sans effort musculaire, et est une des conséquences de l'inclinaison du bassin de ce côté.

Le bassin, en effet, au moment où l'homme passe de la station droite à la station hanchée subit un triple déplacement : 1° il exécute d'abord un mouvement autour de l'articulation coxo-fémorale de la jambe portante : rotation autour d'un axe sagittal en vertu duquel il s'abaisse du côté opposé ; 2° il tourne légèrement autour d'un axe vertical qui semble passer vers son centre, d'où il suit que la hanche portante se porte un peu en arrière, pendant que l'autre est déplacée en avant, et cela d'autant plus que la jambe fléchie est davantage portée dans le même sens ; 3° le bassin tout entier est déplacé latéralement du côté de la jambe portante. Ce déplacement latéral est nécessité par le transport de la ligne de gravité dans l'aire de sustentation du pied portant.

Cette obliquité du bassin n'exige pour être maintenue que peu ou point d'effort musculaire. Son mécanisme rappelle celui de l'extension de l'articulation de la hanche, et peut être ramené à un levier du premier genre, dont le point d'appui se trouve dans l'articulation coxo-fémorale ; la puissance est représentée en dedans par la ligne de gravité du torse et la résistance est appliquée en dehors au point d'insertion à la crête iliaque du grand ligament iléo-fémoro-tibial dont la distension limite le mouvement. Cette distension est manifeste sur le nu et influe grandement sur la morphologie de la région, comme nous le verrons tout à

l'heure. A la distension ligamenteuse, s'ajoute la distension des muscles situés à la face externe de la hanche, c'est en avant le tenseur du fascia lata, au milieu le moyen fessier et en arrière le faisceau supérieur du grand fessier. Peut-être la distension de ces muscles n'est-elle pas entièrement passive et s'accompagne-t-elle d'un certain degré de contraction.

Le tronc tout entier, sous peine de chute latérale, ne saurait suivre l'obliquité du bassin. Il en résulte que la colonne vertébrale s'infléchit à sa base pour ramener la partie supérieure du torse au-dessus de l'aire de sustentation. La colonne subit donc une inflexion latérale dont la convexité est tournée du côté où le bassin incline. Cette courbure siège généralement au niveau de la jonction de la région lombaire et de la région dorsale. Elle empiète sur les deux régions. L'anatomie nous apprend que la colonne lombaire peut s'infléchir latéralement, sans qu'il s'y joigne aucun mouvement de torsion, mais il n'en est pas de même pour la région dorsale qui ne peut s'infléchir latéralement sans subir en même temps un mouvement de rotation dû à la rencontre des surfaces obliques des apophyses articulaires et dont le résultat est de tourner la face antérieure de la colonne du côté de la concavité de la courbure. Nous verrons que, dans la station hanchée, l'axe des épaules subit par rapport à l'axe des hanches un certain degré de rotation dont la raison, pensons-nous, se trouve dans la torsion de la colonne que nous venons d'indiquer.

Cette courbure de la colonne vertébrale a pour effet de rapprocher les côtes du côté de la concavité et, au contraire, du côté opposé, de les écarter les unes des autres (je parle,

ici, seulement des côtes inférieures en rapport avec la partie infléchie de la colonne dorsale); il s'ensuit que le thorax comprimé et comme tassé d'un côté subit, du côté opposé, une véritable ampliation. Une des conséquences de cette déformation du thorax est une différence de niveau dans la hauteur des épaules. L'épaule est abaissée du côté où le thorax est déprimé, pendant que la hanche du même côté est élevée; l'autre épaule est, au contraire, située à un niveau plus élevé, soulevée, pour ainsi dire, par l'ampliation thoracique, au-dessus de la hanche qui, par contre, est abaissée.

La partie supérieure de la colonne vertébrale est droite et ne subit d'inflexions que suivant le port de la tête qui, en s'inclinant d'un côté ou de l'autre, entraîne une courbure cervico-dorsale de même sens que la courbure dorso-lombaire ou de sens contraire. C'est ainsi que, sur un homme qui hanche à droite, si la tête s'incline de ce même côté, toute la colonne offre l'image d'une courbe unique étendue du sacrum à l'occipital. Si la tête, au contraire, penche à gauche, la colonne prend alors la forme d'un *s* italique dont les deux parties de courbure inverse sont formées l'une par la colonne dorso-lombaire, l'autre par la colonne dorso-cervicale.

MORPHOLOGIE. — APLOMBS DU CORPS

Pour préciser la direction des diverses parties du corps dans la station hanchée, je ferai comme pour la station

verticale en considérant les différents axes du corps déterminés par des lignes joignant entre eux les principaux centres d'articulation. Mais ici le profil n'offre qu'un intérêt secondaire; on retrouve d'ailleurs à peu de chose près



Fig. 56. — STATION HANCHÉE. Profil.

les mêmes dispositions que sur le profil de la station droite (fig. 56), tandis que les faces, antérieure ou postérieure, offrent le plus grand intérêt.

Une ligne transversale passant par les centres d'articulations des deux articulations scapulo-humérales forme l'axe

des épaules. Cette ligne sur le nu se trouve à la hauteur de la deuxième pièce sternale (fig. 57 et 59).

Le centre articulaire de la hanche correspond sur le nu

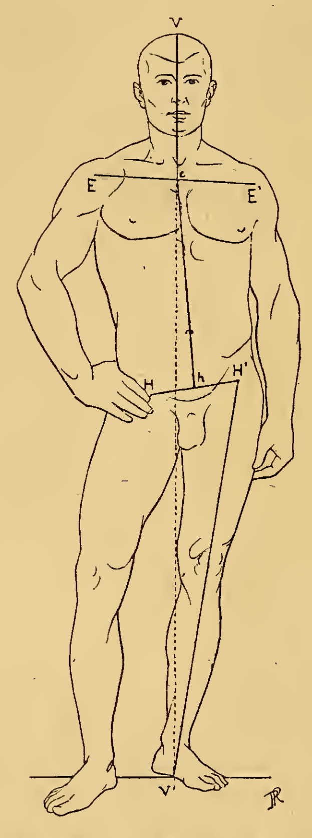


Fig. 57. — Schéma de la station hanchée. Type contrarié dans lequel l'axe du tronc est oblique en sens inverse de l'axe du membre portant.

E E', axe des épaules ; H H', axe des hanches ; *e h*, axe du tronc ; H' V, axe du membre portant. Une verticale abaissée du creux sus-sternal passe par l'articulation tibio-tarsienne de la jambe portante.

au milieu du pli de l'aine mesuré de l'épine iliaque à la racine des organes. Une ligne passant par ces points constitue l'axe des hanches.

Une ligne qui joint le milieu de l'axe des épaules au

milieu de l'axe des hanches forme l'axe du tronc. L'axe du membre inférieur portant a été tracé, de la ligne des



Fig. 58. — STATION HANCHÉE. Type contrarié, vue postérieure.

hanches prolongée jusqu'au niveau du trochanter, à l'articulation tibio-tarsienne.

Sur la face postérieure, les mêmes axes peuvent être tracés. Ces préliminaires une fois posés, l'aplomb d'un homme qui hanche est très facile à établir.

L'axe du membre portant incline en haut et en dehors. L'axe des hanches penche du côté de la jambe fléchie et

l'axe des épaules incline aussi, mais du côté opposé. Une ligne verticale menée du creux sus-sternal tombe sur le

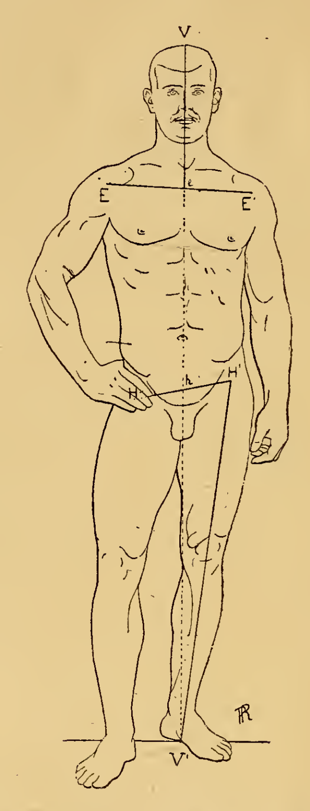


Fig. 59. — Schéma de la station hanchée. Type concordant, dans lequel l'axe du tronc est vertical ou oblique dans le même sens que l'axe du membre portant.

E E', axe des épaules ; H H', axe des hanches ; *e h*, axe du tronc ; H' V', axe du membre portant. Une verticale abaissée du creux sus-sternal passe par l'articulation tibio-tarsienne de la jambe portante.

milieu de l'articulation tibio-tarsienne de la jambe portante.

Suivant la direction de l'axe du torse on peut distinguer deux types de la station hanchée. Cet axe représenté par la ligne qui joindrait le creux sous-sternal au milieu du pubis, peut, suivant les circonstances, incliner latéralement dans

un sens ou dans l'autre, ou même demeurer parfaitement vertical. S'il demeure vertical ou s'il incline légèrement dans le même sens que l'axe du membre portant, comme chez la plupart des statues antiques, le corps est plus droit dans son ensemble. Ce type peut être désigné sous le nom de *type concordant* par suite de la concordance plus ou

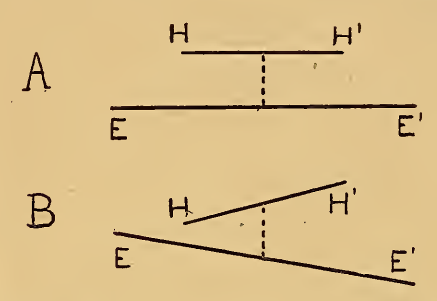


Fig. 60. — PROJECTION SUR PLAN HORIZONTAL DE L'AXE DES ÉPAULES ET DE CELUI DES HANCHES DANS LA STATION DROITE A ET DANS LA STATION HANCHÉE B.

H H', axe des hanches; E E', axe des épaules.

moins grande qui existe entre la direction de l'axe du torse et de l'axe du membre portant. Si l'axe du torse incline au contraire, et souvent d'une façon très notable, en sens opposé on aura le *type contrarié*, qui est celui que l'on observe fréquemment dans les œuvres de la Renaissance. Dans ce dernier cas, la saillie de la hanche augmente, ainsi que l'obliquité du membre portant, le torse dans son ensemble est comme déjeté du côté de la jambe fléchie. Dans le premier cas, au contraire, le haut du torse est plus d'aplomb au-dessus des hanches, mais ce résultat ne peut être obtenu que grâce à une courbure plus accentuée de la colonne vertébrale. Nous retrouvons chez la femme ces deux types de la station hanchée (fig. 61).

Il nous faut signaler encore un mouvement de rotation

dans le plan horizontal des deux axes transversaux, l'axe des épaules et l'axe des hanches, l'un en sens inverse de l'autre (fig. 60). Mais, comme dans la station verticale, ces deux axes ne se trouvent point exactement au-dessus l'un

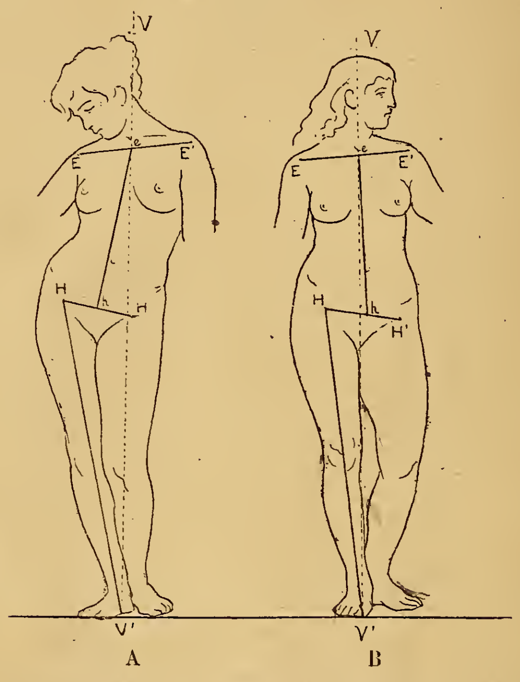


Fig. 61. — Station hanchée chez la femme se produisant comme chez l'homme suivant deux types. Type contrarié A, dans lequel l'axe du tronc est oblique en sens inverse de l'axe du membre inférieur portant. Type concordant B, dans lequel l'axe du tronc est oblique dans le même sens que l'axe du membre portant.

V V', verticale ; *e h*, axe du tronc ; H V', axe du membre inférieur portant ; E E', axe des épaules ; H H', axe des hanches.

de l'autre. L'axe des épaules est toujours en arrière de celui des hanches, plus peut-être encore que dans la station droite, par suite d'une exagération de la cambrure lombaire qui s'observe assez généralement. Il en résulte que malgré leur rotation réciproque, les plans verticaux qui les ren-

confond ses insertions inférieures avec le grand ligament iléo-fémoro-tibial dont nous venons de parler, et il con-



Fig. 63. — STATION HANCHÉE. Vue postérieure.

tribue avec celui-ci à limiter l'inclinaison latérale du bassin.

Des deux hanches, l'une est saillante, l'autre effacée.

Les fesses forment également un contraste saisissant. Du côté portant, la fesse est plus étroite et saillante par suite de la contraction de la moitié supérieure de ses muscles (moyen fessier). Cette forme s'accentue encore si le grand fessier lui-même entre en contraction ce qui n'est pas nécessaire au maintien de l'attitude, mais se produit quelquefois. Elle est bordée inférieurement par un sillon profond, et le bord interne de la cuisse la déborde de beaucoup latéralement. Le sillon inter-fessier est oblique.

L'autre fesse est aplatie et élargie ; par sa limite inférieure et externe, elle se confond avec la cuisse. Le sillon médian des reins est incurvé latéralement, et cette courbure se prolonge jusque vers la partie inférieure du dos. Il est bordé du côté de la convexité par une masse sacro-lombaire saillante, tendue et contractée, luttant contre l'incurvation vertébrale, pendant que, de l'autre côté, la masse sacro-lombaire est molle et fuyante.

La région sous-scapulaire, du côté portant, est déprimée, le flanc se creuse, et le défaut des côtes est marqué d'un pli transversal, pendant que, de l'autre côté, la région sous-scapulaire est légèrement bombée, surmontant le flanc uni et distendu qu'elle continue sans démarcation arrêtée.

En avant, le sillon médian du torse subit une inflexion analogue à celle de la colonne vertébrale. La poitrine affaissée du côté portant se développe largement de l'autre.

La ligne des seins est oblique dans le même sens que la ligne des épaules.

Je ne parlerai pas ici de la forme du cou, ni de celle des membres supérieurs qui sont absolument subordonnés aux mouvements spéciaux qu'on fera prendre à ces parties, mais qui n'ont aucun rapport obligé avec le mode de station dont il s'agit.

IV

STATION SUR UN PIED

La station hanchée peut se transformer en station sur un pied, le plus simplement du monde. Il faut dire que l'équilibre uni-latéral est déjà tout établi pour ainsi dire et que l'acte de soulever légèrement le pied de la jambe fléchie ne modifiera que bien peu l'attitude générale. Dans certains cas, on pourra donc retrouver, dans la station sur un pied, presque tous les caractères de la station hanchée. Mais, les choses changent si le pied soulevé est porté plus en haut et en avant, en arrière, ou sur le côté.

Je ne saurais entrer ici dans la description de toutes les attitudes si variées de la station sur un pied. Je me contenterai de désigner leurs caractères essentiels et les conditions qu'elles doivent remplir.

Le déplacement d'un membre inférieur a pour effet de déplacer le centre de gravité du corps tout entier, et la condition première de toute station, comme nous l'avons déjà dit, est que la ligne de gravité du corps passe par la base de sustentation quelle qu'elle soit.

Aussi l'inclinaison du corps du côté de la jambe portante

est-elle un caractère obligé de toutes les attitudes de la station unilatérale (fig. 64). Cette inclinaison est plus ou moins accentuée suivant que le pied s'éloigne plus ou moins de la ligne médiane. Elle s'accompagne, en outre,

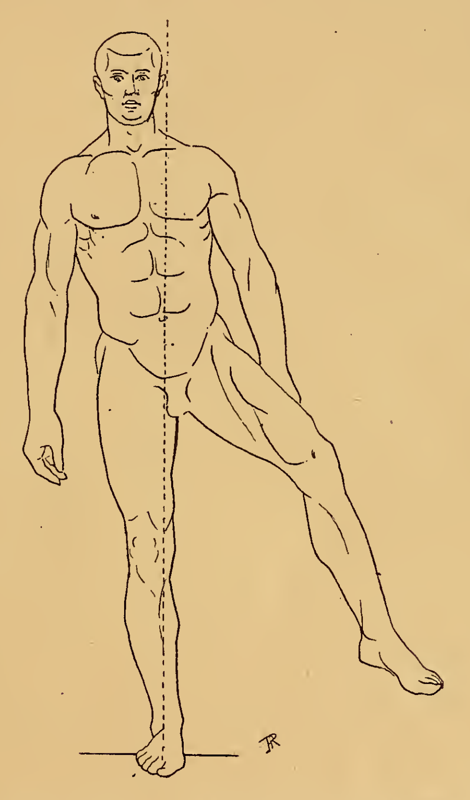


Fig. 64. — Station sur un pied, l'autre pied étant porté en dehors.

d'inclinaison en arrière, si la jambe est en même temps portée en avant (fig. 65) et d'inclinaison en avant, si la jambe est portée en arrière (fig. 66).

La plupart du temps, les bras s'écartent du torse et, par leurs mouvements, contribuent, à la manière d'un balan-

cier, à ramener la ligne de gravité dans la base de sustentation lorsqu'elle tend à s'éloigner.

Dans la figure 65, par exemple, le membre inférieur est

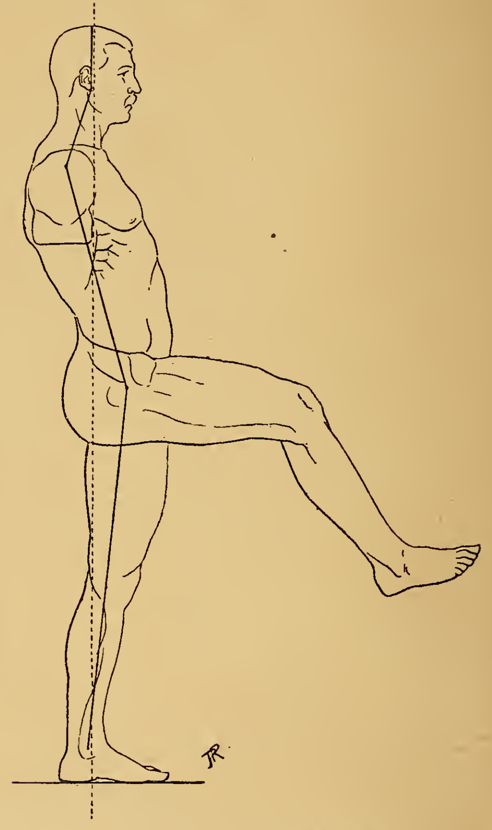


Fig. 65. — Station sur un pied, l'autre pied étant porté en avant
La figure porte le tracé des axes des différents segments du corps.

porté en avant. Si nous la comparons à celle qui représente le profil de la station droite sur les deux pieds, nous verrons quelles différences existent dans les aplombs des divers segments du corps.

Dans la figure 66, sur laquelle le membre inférieur est

porté en arrière, la différence des mêmes aplombs est aussi considérable, mais en sens inverse.

La caractéristique morphologique de la station sur un pied

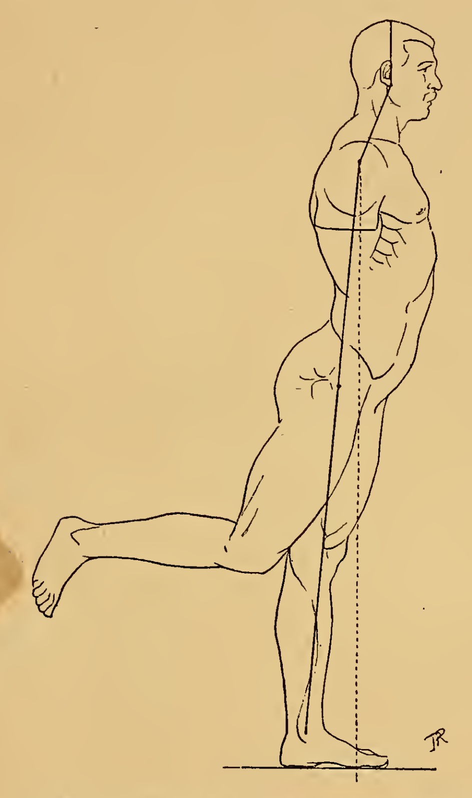


Fig. 66 — Station sur un pied, l'autre pied étant porté en arrière. La figure porte le tracé des axes des différents segments du corps.

se trouve au niveau des masses musculaires qui entourent le bassin. En premier lieu, le moyen fessier de la jambe portante est contracté pour empêcher la chute latérale du bassin.

En outre, si le membre est porté en avant, il y a flexion de la cuisse sur le bassin et contraction manifeste des fléchisseurs, tenseur du fascia lata et couturier (fig. 65).

Si la jambe est portée en arrière, c'est au contraire la contraction de l'extenseur qui se produit et qui n'est autre que le grand fessier (fig. 66).

Aussi la forme des fesses est-elle bien curieuse à étudier, dans la station sur un pied suivant que la jambe est portée en avant ou en arrière (fig. 67).

Si nous prions le modèle de porter en arrière le membre

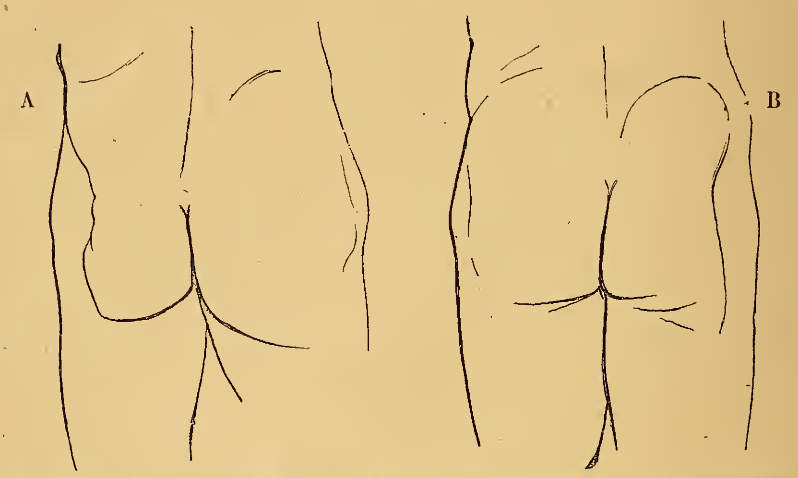


Fig. 67. — Modifications de la forme des fesses dans la station sur un pied (pied gauche), suivant que l'autre pied (pied droit) est porté en avant (A) ou en arrière (B).

inférieur droit, par exemple, on voit aussitôt la fesse de ce côté devenir étroite, globuleuse et allongée; la gouttière rétro-trochantérienne qui se creuse l'échancre en dehors et lui donne un aspect réniforme (fig. 67, B). Le pli fessier disparaît presque, et le bord inférieur du muscle se dessine avec son obliquité naturelle. A la surface, les faisceaux musculaires secondaires apparaissent quelquefois. Le contraste est frappant avec la fesse du côté opposé qui est large et aplatie. Mais, si au lieu d'être porté en arrière, le

membre inférieur est porté légèrement en avant, on observe une transformation complète des formes de toute la région. C'est la fesse opposée qui entre en contraction, ce qui s'ex-

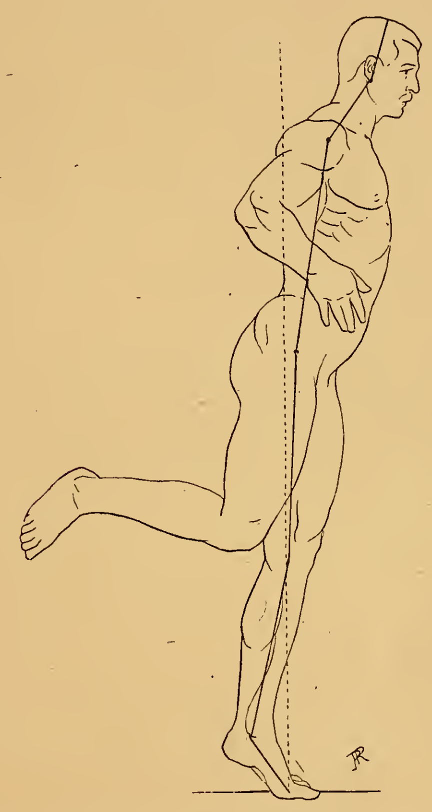


Fig. 68. — Station sur la pointe d'un pied.
La figure porte le tracé des axes des différents segments du corps.

plique par la nécessité de maintenir la rectitude du tronc entraîné par le poids de la jambe portée en avant, pendant que, de ce même côté, la fesse est large, distendue et aplatie. Dans la flexion légère du tronc en avant, on voit les deux fesses se contracter simultanément.

Si l'homme s'élève sur la pointe d'un seul pied (fig. 68),

l'équilibre devient encore plus précaire. Les membres supérieurs s'écartent davantage, et cette station ne peut guère être maintenue que grâce à leur mouvement de balancier dont l'effet est encore augmenté par les inclinaisons latérales du torse alternativement de sens contraire. Ce que nous avons dit, plus haut, sur la station sur la pointe des deux pieds et sur la station sur un seul pied nous dispense d'entrer ici dans de plus longs commentaires.

V

STATION A GENOUX

Dans la station à genoux, le corps porte sur la rotule encastrée pour ainsi dire dans la trochlée fémorale. Aussi la base de sustentation ainsi fournie est-elle fort étroite, en outre qu'elle est arrondie. D'où il résulte que, dans la station sur un seul genou, l'équilibre est presque impossible. La présence des deux genoux élargit latéralement cette base qui se trouve agrandie dans le sens antéro-postérieur par le contact constant des doigts du pied ou de la jambe elle-même avec le sol, de sorte qu'en somme l'aire de sustentation de la station à genoux est bien plus grande que celle de la station sur la plante des pieds, puisqu'elle a la forme d'un rectangle dont les petits côtés varient suivant l'écartement des genoux et des pieds et dont les grands côtés sont égaux à la longueur de la jambe.

Lorsque le corps est droit (fig. 69), la ligne de gravité passe au niveau des genoux. Si le corps penche en arrière, la ligne de gravité ramenée plus en arrière se rapproche du centre de la base de sustentation, et l'équilibre est plus assuré.

Dans le premier cas, c'est-à-dire lorsque le corps est droit, les aplombs du corps diffèrent sensiblement de ce qu'ils sont dans la station verticale. On observe, en effet, une inclinaison très prononcée du bassin en avant, d'où résulte une exagération de la cambrure lombaire. L'incli-



Fig. 69. — Station a genoux, le corps droit.



Fig. 70. — Station a genoux, le corps penché en arrière.

naison du bassin en avant est due à l'insuffisance de longueur du muscle droit antérieur qui, porté d'autre part par la flexion du genou à un certain degré d'élongation, ne saurait se laisser distendre davantage et met obstacle au redressement du bassin. Si le torse penche trop en arrière la position devient extrêmement fatigante à cause de la contraction exagérée des extenseurs de la jambe, destinée à empêcher la flexion de la cuisse sur la jambe (fig. 70). Mais si cette

flexion de la cuisse sur la jambe s'accomplit, il arrive que les fesses prennent un point d'appui sur les talons et que la station à genoux se transforment en une sorte de station assise familière aux individus qui, par métier ou par

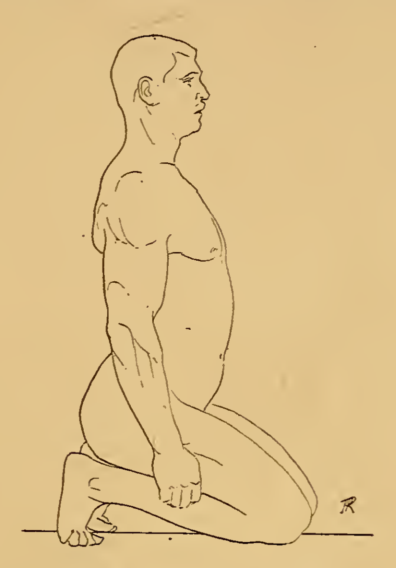


Fig. 71. — Variété de la station a genoux.

sentiment religieux, doivent prolonger au delà d'un certain temps la station sur les genoux (fig. 71). Dans cette sorte de station le haut du torse ne peut être redressé qu'en exagérant la cambrure lombaire à cause de l'obliquité persistante du bassin toujours maintenue par la distension du muscle droit antérieur portée à l'extrême.

Proportions de l'homme à genoux. — Nous avons vu plus haut que la hauteur de la jambe mesurée du sol à l'interligne articulaire est égale à deux hauteurs de tête. Or un homme à genoux est en réalité un homme moins les

jambes. On pourrait dire qu'il pose à terre par la face inférieure des condyles fémoraux, car il n'en est séparé que par l'épaisseur peu considérable de la rotule. L'homme debout, ayant de hauteur sept têtes et demie, n'en aura donc que cinq et demie, lorsqu'il sera à genoux. Quant aux mesures des diverses parties du corps elles sont évidem-



Fig. 72. — Variété de la station a genoux.

ment les mêmes dans les deux cas et je n'ai pas à y revenir ici.

Un point intéressant à relever cependant est la distance qui sépare du sol les mains tombant naturellement le long du corps. En se reportant aux mesures données plus haut, on verra que, dans la station à genoux, la distance qui sépare l'extrémité des doigts du sol est égale à un peu moins d'une tête.

Il est un mode de station qui est une variété de la sta-

tion à genoux et dont nous devons dire deux mots ici. Il s'agit de la station sur un genou, l'autre jambe étant fléchie et portée en avant (fig. 72).

Cette attitude donne une stabilité remarquable tant à cause de l'étendue de la base de sustentation dans les divers sens que par la facilité avec laquelle le centre de gravité se déplace dans les différents sens. Cette attitude est donc éminemment propre à supporter les chocs ou les tractions. Aussi la voyons-nous fréquemment prise dans les exercices de lutte. Nous la rencontrons aussi souvent chez les anciens tireurs d'arc et chez nos modernes tireurs d'armes à feu. Elle est en outre d'un joli mouvement par le contraste des deux membres inférieurs, et est fréquemment employée par les artistes chaque fois qu'un personnage doit se baisser à terre pour l'accomplissement d'un acte quelconque. Elle est susceptible alors de grandes variétés suivant que le poids du corps porte principalement sur le genou à terre ou sur la jambe fléchie et que cette dernière est verticale ou plus ou moins inclinée. Inutile d'ailleurs d'insister plus longuement.

VI

STATION ASSISE

Dans la station assise, les membres inférieurs n'entrent pour ainsi dire pas en ligne de compte et le tronc porte directement sur le plan résistant, sol ou siège. Il repose sur les ischions recouverts des muscles fessiers. Le bassin devient presque horizontal et la courbure des reins disparaît (fig. 73). Les cuisses fléchies à angle droit sur le tronc reposent par leur face inférieure, dans une étendue plus ou moins considérable, sur le plan d'appui, et, suivant la hauteur du siège, les pieds touchent ou ne touchent pas le sol.

La ligne de gravité passe alors par une base de sustentation fort large et qui rend l'équilibre très stable. Cette base est surtout étendue en avant par suite de la disposition des membres inférieurs fléchis ; ce qui permet au torse de s'incliner fortement en ce sens sans crainte de chute.

Il n'en est pas de même en arrière où la ligne de gravité dépassant facilement la base de sustentation de ce côté ne permet pas au tronc de se déplacer beaucoup en ce sens. Cependant le tronc peut s'incliner d'une quantité assez

notable en arrière à la condition d'établir un contrepoids en avant, soit en allongeant les jambes, soit en fléchissant un genou et en s'y accrochant par les mains (fig. 75).

Je ne parle pas des cas dans lesquels la chute en arrière

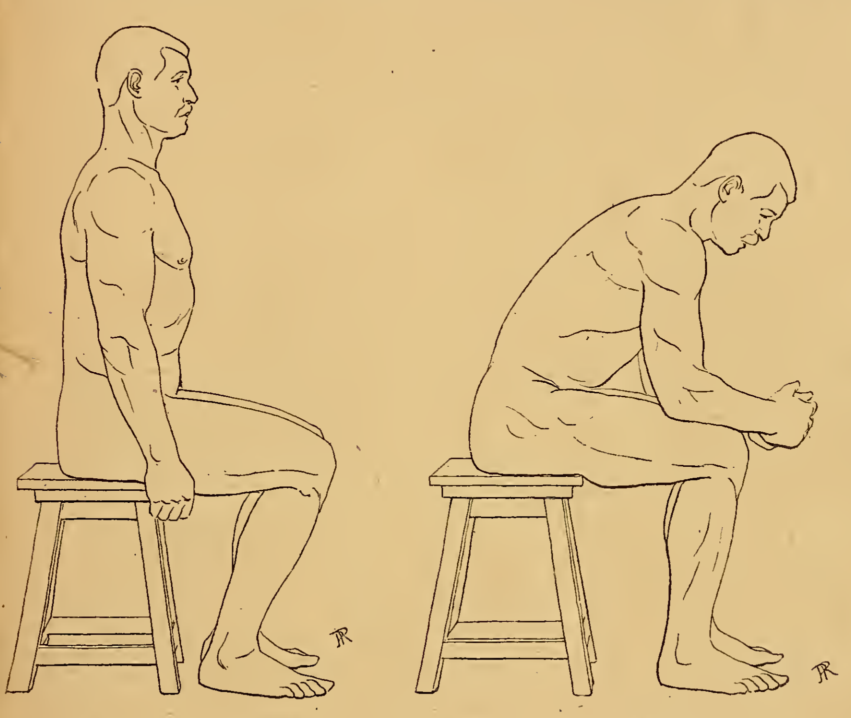


Fig. 73. — STATION ASSISE, LE CORPS DROIT.

Fig. 74. — STATION ASSISE, LE CORPS PENCHÉ EN AVANT.

est empêchée par un dossier plus ou moins incliné qui fournit en même temps un appui à la tête. Car alors, le corps se trouvant tout entier abandonné à l'action de la pesanteur, il s'agit plutôt d'une variété du décubitus.

La station assise peut donc être variée de mille façons, suivant que le bassin repose à terre ou sur un siège plus ou moins élevé, que les membres inférieurs sont étendus ou

diversement fléchis et que le torse est incliné en avant ou en arrière.

Dans la station assise, le buste droit, les formes extérieures du corps diffèrent notablement de ce qu'elles sont dans la station droite. Les différences existent surtout dans

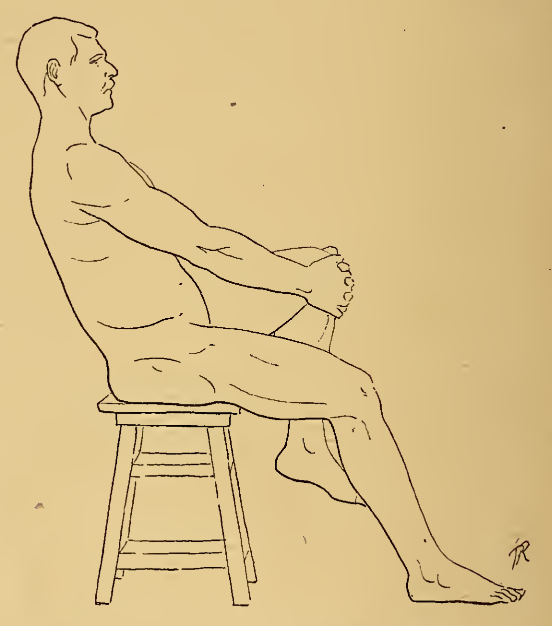


Fig. 75. — Station assise, le corps penché en arrière.

sa moitié inférieure, au ventre, aux reins et au bassin. Elles sont la conséquence de l'horizontalité du bassin.

Le ventre est saillant et sillonné des plis transversaux qui se produisent lors de la flexion du tronc en avant. La colonne lombaire se redresse et se recourbe même parfois en sens opposé. Les saillies des apophyses épineuses lombaires s'accentuent. Les muscles lombaires situés de chaque côté sont distendus, et les fesses, suivant leur volume, for-

ment en arrière et sur les côtés, un relief plus ou moins accentué résultant du refoulement des parties molles pressées entre le bassin et le plan résistant qui sert de siège.

Un homme assis offre en hauteur à peu près les mêmes proportions que le torse (y compris la tête et le cou) d'un homme debout, c'est-à-dire quatre hauteurs de tête. Nous avons vu, en effet, que chez un homme debout, la quatrième tête comptée du vertex se terminait au pli fessier. Il est vrai que le pli fessier est au-dessous de l'ischion, mais il faut rappeler que, dans la station assise, l'ischion est séparé du sol par l'épaisseur du muscle fessier et de la peau, et qu'en outre le redressement de la colonne lombaire ajoute quelque peu à sa hauteur. C'est donc autant qu'il en faut pour combler, d'une manière suffisamment exacte, la distance qui sépare la face inférieure de l'ischion du pli fessier. Et l'on peut s'en tenir aux proportions que je viens de donner.

La station à cheval n'est qu'une variété de la station assise, avec cette différence toutefois que la région lombaire ne reste point rectiligne. Elle se creuse le plus ordinairement. Aussi les proportions de la station assise ne sont-elles pas exactement applicables à l'homme à cheval. Le torse d'un homme à cheval mesure un peu moins de hauteur. Vu de profil, le membre inférieur se divise en deux parties à peu près égales, la cuisse mesurant deux têtes, du centre d'articulation au genou, et la jambe égalant deux têtes, de l'interligne articulaire du genou à la plante des pieds. Je suis heureux de pouvoir offrir au lecteur la figure ci-jointe que je dois à l'extrême obligeance de M. le colonel Duhousset dont la haute compétence en

ces matières est bien connue. On y trouvera les lois de la station équestre et les rapports de proportion entre le cavalier et sa monture. La légende détaillée qui accompagne la figure me dispense de plus longs commentaires.

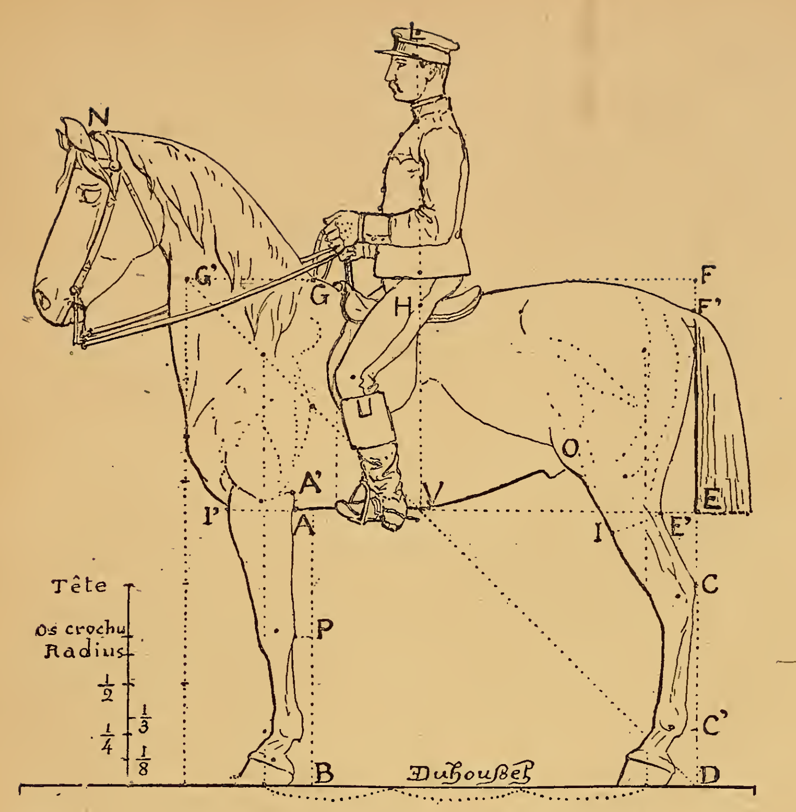


Fig. 76. — Station a cheval. Cheval et cavalier de profil (figure empruntée au *Magasin pittoresque* 1892, 31 décembre, p. 407).

« Nous associons pour notre démonstration un cheval de $1^m,50$ (arabe de grande taille avec un homme de $1^m,65$. L'animal placé sur ses aplombs est aussi haut que long, ayant 2 têtes 1/2 du sol au garrot. Chez les chevaux valides et résistants, les contours musculaires se distinguent ainsi que les interstices qui les séparent et aussi quelques aspérités du squelette. Les os du genou sont à peine couverts de tendons et de ligaments. L'osselet suscarpien, dit *os crochu*, fait à sa face postérieure et au-dessous de l'avant-bras une saillie apparente. Sur l'animal qui nous occupe, la verticale P B de cette partie anguleuse à terre servira de mesure comparative ; on la retrouvera, au membre postérieur, du haut du calcanéum C au bas du canon C'. — La distance B A, du sol au sternum, sous le coude, est très importante à signaler parce que sur un cheval bien proportionné, comme Fitz-Gladiator, par exemple, elle précise des points d'une fixité assez rigoureuse pour les utiliser graphiquement comme repères. C'est ainsi que cette distance se reporte de A en O, pli du grasset ; de C, calcanéum, pointe du jarret, en F', partie supérieure de l'attache de la queue ; du garrot G en N, nuque, sommet de la tête, enfin du sol D en E' ; ce point est sur la parallèle à B D, tangente au sternum en A, rencontrant la jambe à la limite inférieure extrême de la courbure de la fesse du cheval lorsqu'elle sera bien descendue. Pour asseoir convenablement un homme sur la selle en se servant des données les plus approximatives de vérité (*Magasin pittoresque*, année 1892, page 371, canon hippique), on verra que le cheval étant inscrit dans un carré, la diagonale D G' partant du sol, derrière le pied postérieur, touche trois points importants, le premier en V, limite inférieure de la courbe du ventre sur la parallèle au sol A E.

Nous utiliserons, en faveur de l'attitude du cavalier, la verticale passant en V. Celle-ci rencontre d'abord le dos de l'animal en H, le fond de la selle, et, si on la continue encore d'une longueur égalant A B, elle marquera la limite L de la tête de l'homme ; le dessin de celui-ci aura comme point de repère d'une position aisée, la base antérieure du cou (fourchette sternale) touchant cette ligne. Nous devons ajouter que lorsque la taille du cavalier excédera la moyenne de $1^m,65$, on se servira de la mesure B A', c'est-à-dire en prolongeant la première de A en A' jusqu'au-dessus du coude... »

Colonel Duhousset.

VII

STATION ACCROUPIE

Je ne désignerai sous ce nom que les attitudes dans lesquelles les deux membres inférieurs sont entièrement

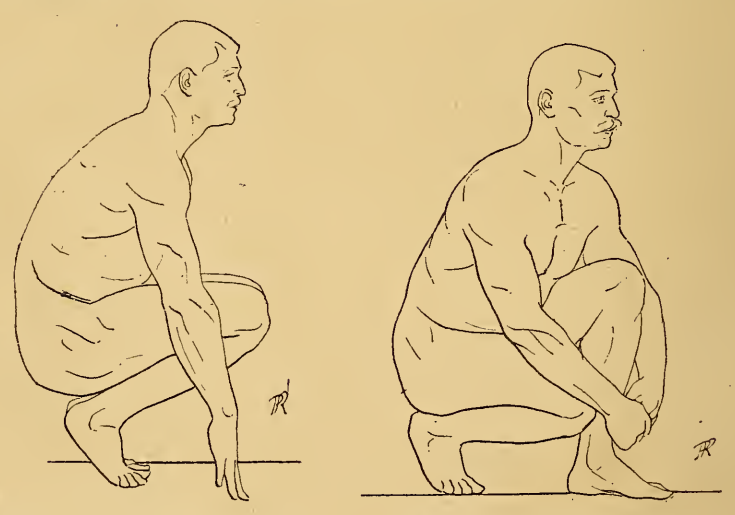


Fig. 77. — Station accroupie.

Fig. 78. — Station accroupie.

fléchis, ne reposant que par les pieds sur le sol. Si la jambe, dans une plus ou moins grande partie de sa longueur, touche elle-même le sol, l'attitude se transforme en une des nombreuses variétés de la station à genou.

La flexion des membres inférieurs ne peut être complète, dans le cas où le talon reste fixé au sol (fig. 79), qu'à la condition que les membres supérieurs se portent en avant, de manière à déplacer un peu en ce sens le centre de gravité, sans quoi la ligne de gravité passant en arrière du talon, la chute en arrière deviendrait inévitable. Le

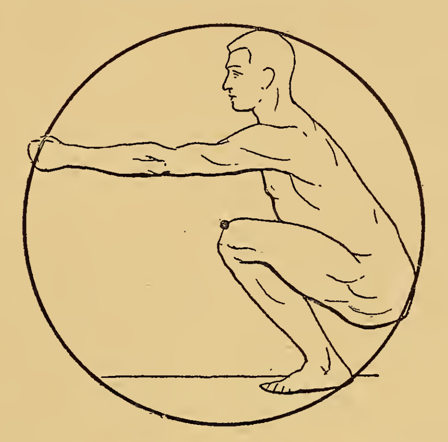


Fig. 79. — Proportions de la station accroupie.

soulèvement des talons conduit à un résultat analogue, mais alors l'étroitesse de la base de sustentation rend l'équilibre très instable.

Aussi, dans cette station, la position la plus facile et celle que l'homme prend instinctivement est une position mixte. Un seul pied repose par les orteils et, de ce côté, la flexion de jambe est entière, le talon touche la fesse ; pendant que l'autre pied, légèrement porté en avant, pose à plat sur le sol (fig. 78).

Les proportions relatives des différents segments du corps, dans cette position, sont les suivantes (fig. 79) :

Si nous traçons un cercle en prenant pour centre la

pointe du genou, nous voyons que la circonférence qui touche le talon coupe les fesses à leur pointe.

Le sommet de la tête et les poings, les bras étant étendus en avant, touchent également à la circonférence.

D'autre part, le genou, la cuisse fléchie à l'extrême, arrive à peu près à hauteur de l'aisselle.

VIII

DÉCUBITUS

Ce qui caractérise le décubitus, c'est l'inaction absolue du système musculaire et l'abandon complet de tout le corps aux seules forces de la pesanteur. Je n'ai pas à entrer ici dans les variétés si nombreuses du décubitus dont la caractéristique morphologique consistera donc dans une grande mollesse des formes. On remarquera alors que la position naturelle des membres inactifs consiste dans une légère flexion de tous leurs segments. Cependant l'extension complète d'un membre se rencontre quelquefois, mais elle est maintenue dans ce cas par le poids même des parties.

La circulation se ralentit. Les veines superficielles tendent à disparaître, mais la position déclive d'un membre suffit pour les y accentuer de notable manière. On peut donc trouver sur un corps complètement au repos quelques saillies veineuses qui ne se rencontrent jamais lorsque la vie a disparu, lorsqu'il s'agit du grand repos qui n'a point de réveil, dont nous allons dire quelques mots à présent.

IX

REPRÉSENTATION DU CADAVRE

Les artistes ont si souvent l'occasion de représenter dans leurs œuvres des corps privés de vie qu'il nous a paru utile d'ajouter ici quelques pages sur la morphologie du cadavre.

Le facies des mourants a été ainsi décrit par Hippocrate : « Front ridé et aride, yeux caves, nez pointu, lèvres bordées d'une couleur noirâtre, tempes affaissées, creuses et ridées ; oreilles retirées par en haut, lèvres pendantes, pommettes enfoncées, menton ridé et raccourci, peau sèche et livide ou plombée, poils des narines et des cils parsemés d'une sorte de poussière d'un blanc terne, visage parfois contourné et méconnaissable. »

Tels sont les traits qui composent le facies des mourants et qu'en raison de la célèbre description qui précède on a désigné sous le nom de *facies hippocratique*. La mort ajoute quelques traits à ce tableau, et le facies cadavérique offre les signes suivants : les téguments prennent une teinte jaunâtre, couleur de cire, les muscles s'affaissent, le nez s'effile encore, les lèvres tombent et blanchissent, les pau-

pières demeurent entr'ouvertes, la pupille se dilate, la cornée se ternit et la mâchoire inférieure s'abaisse, laissant la bouche légèrement béante.

L'expression faciale varie. Chez certains morts elle est sereine, chez d'autres elle exprime la souffrance ou bien la stupeur, l'hébétude. On a vu l'expression du courage, les angoisses du désespoir persister après la mort.

La pâleur des téguments est due à ce que les capillaires, après la dernière impulsion cardiaque, se vident et ne se remplissent plus. Les veines superficielles s'affaissent et *leur saillie est nulle*, *une ligne bleuâtre légèrement déprimée marque leur trajet.*

Des traces de cyanose partielle peuvent exister sur diverses régions. Les parties sur lesquelles repose le corps, le dos, les fesses, le mollet sont blanches et aplaties. Enfin vers la cinquième heure apparaissent dans les régions déclives des taches rougeâtres de forme irrégulière, phénomènes constants et qui constituent les lividités cadavériques; enfin plus tard la coloration verdâtre de la putréfaction commence autour de l'abdomen.

L'attitude du cadavre est déterminée par le genre de mort et par la situation du corps aux derniers instants de la vie. Elle peut donc varier beaucoup. La plus fréquente est le décubitus dorsal avec demi-flexion des membres et de la tête inclinée sur le côté, ou droite et maintenue en cette position par la rigidité cadavérique qui modifie d'ailleurs l'attitude molle et flaccide des premières heures. En effet, les traits sont moins affaissés, comme si les muscles avaient repris en partie leur tonicité. La mâchoire inférieure se rapproche un peu sans que cependant la bouche se ferme

tout à fait. La flexion des membres s'accuse un peu plus. Les doigts sont légèrement crispés, le pouce souvent placé dans la paume de la main. Les pieds, souvent droits, présentent presque toujours une flexion, qui accuse la voûte plantaire, les orteils sont rétractés, et leurs tendons font saillie sous la peau.

La rigidité cadavérique qui se montre entre six à douze heures après la mort, pour cesser après trente-six ou quarante-huit heures envahit progressivement tout le corps, qui bientôt est raide des pieds à la tête. C'est alors qu'on voit les muscles se dessiner très nettement sous la peau, les tendons faire saillie, comme s'ils entraient en contraction ; mais, suivant la remarque de Louis, « les muscles qui servent aux actions contraires sont dans le même état, et il n'y a aucune marque à laquelle on puisse juger qu'un d'eux est dans une action forcée ». Les saillies osseuses sont très accusées, mais elles augmentent encore lorsque la rigidité a disparu, à cause de la mollesse du muscle qui obéit à la pesanteur et s'affaisse davantage. Les côtes font des reliefs inusités. Le ventre, qui est souvent rétracté au point que la paroi abdominale s'applique contre la colonne vertébrale, se trouve limité en haut par les saillies exagérées des rebords costaux et en bas par celles du pubis et des os iliaques. Aux membres inférieurs, les trochanters, la rotule, le tibia dans toute son étendue se dessinent vigoureusement sous la peau.

Pour compléter ces détails morphologiques, nous rappellerons l'absence des cordons veineux superficiels que nous avons déjà mentionnée, et nous signalerons la présence de replis cutanés à l'abdomen, autour des grandes articula-

tions, et qui sont la conséquence de la perte d'élasticité de la peau.

La putréfaction est annoncée par une teinte verdâtre qui se montre d'abord sur l'abdomen pour envahir ensuite toutes les parties du corps, avec des nuances variées de bleu, de vert, de rouge sombre ou de brun noirâtre. La dissolution commence. Les formes extérieures s'affaissent, les détails morphologiques disparaissent sous l'influence du ramollissement des tissus et du développement des gaz. C'est alors qu'on voit le gonflement exagéré de l'abdomen et la bouffissure de tout le corps. A un degré plus avancé, celui de la fonte putride, de larges érosions se forment à la surface du corps, les cavités s'ouvrent, des larves d'insectes, qui se montrent d'ailleurs beaucoup plus tôt, grouillent dans les profondeurs. Les vers du tombeau ne sont pas en effet un préjugé populaire. M. Méguin dans une récente communication à l'Académie des sciences a montré que les vers du tombeau étaient des larves d'insectes (diptères, coléoptères, lépidoptères, arachnides) qui proviennent d'œufs déposés sur les cadavres. Le dépôt de ces œufs par ces insectes varie depuis quelques minutes jusqu'à deux ou trois ans après la mort, et l'on peut se demander comment ces insectes peuvent arriver sur des cadavres placés dans des bières et ensevelis à deux mètres de profondeur. Il n'en n'est pas moins vrai qu'ils y pénètrent, ainsi que l'a constaté M. Méguin, et nous n'aurons pas lieu d'être surpris lorsque nous verrons un peintre espagnol, Valdès de Léal[1] nous montrer des coléoptères sur les cadavres en putréfaction.

[1] Dans son tableau de l'hôpital de la Charité à Séville : *la fin des gloires de ce monde.*

Enfin, dans certaines conditions exceptionnelles, parmi lesquelles la nature du terrain doit jouer un certain rôle, il se produit une dessiccation des tissus, véritable momification soit de quelques parties, soit du cadavre tout entier.

CHAPITRE V

LOCOMOTION

I

MARCHE

L'étude scientifique de la marche commencée par Borelli, en 1680, continuée par les Weber en 1846, a été reprise, dans ces derniers temps, par MM. Marey et Carlet, qui ont dépassé de beaucoup l'œuvre de leurs devanciers, grâce à l'emploi d'appareils enregisteurs fort ingénieux dont l'application constitue la méthode graphique, grâce aussi à la photographie instantanée utilisée avec beaucoup de bonheur par M. Marey qui, l'appliquant à l'observation d'une foule de phénomènes, en a fait une méthode nouvelle sous le nom de *photochronographie*. J'ai pu reprendre moi-même au point de vue spécial où je me place ici, les études déjà faites par M. Marey et les compléter grâce au concours habile de mon ami M. Londe. L'étude qui va suivre est entièrement faite d'après nos documents personnels.

La marche étudiée ici est la marche dépouillée de tout

artifice, la marche pour ainsi dire toute nue ; c'est la marche dans ses seuls éléments constitutifs, abstraction faite de tout mouvement qui n'en soit partie intégrante et ne concourt pour une part au résultat final.

Mais la marche ainsi conçue, pourra-t-on dire, n'est point faite pour intéresser les artistes. Evidemment ce n'est point

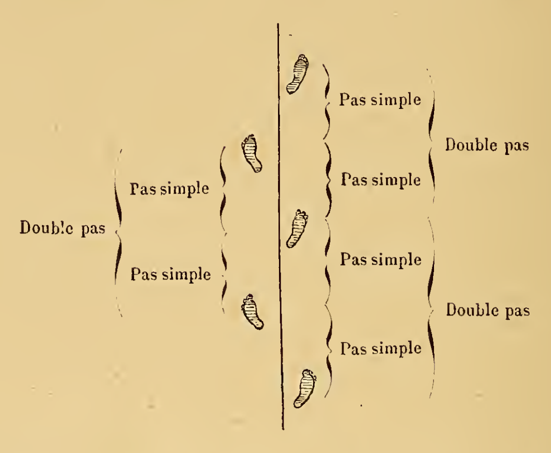


Fig. 80. — Empreinte des pieds sur le sol dans la marche.

la marche ainsi réduite, appauvrie pour ainsi dire, méthodique et uniformément rythmée que les artistes reproduisent d'ordinaire dans leurs œuvres.

Il est parfaitement exact que les personnages mis en scène par les artistes ne marchent jamais uniquement pour marcher. Ils marchent pour accomplir une action, ils marchent en exprimant un sentiment. En un mot, on peut dire que les artistes ne représentent jamais la marche, mais des démarches.

Il n'en n'est pas moins vrai que l'étude de la marche telle que la science la comprend, nous paraît de la plus

grande utilité aux artistes. Nous la comparerons à la station verticale droite que nous avons précédemment étudiée, qui ne s'observe guère dans la nature et qui cependant est le préliminaire nécessaire de toute étude sur la station. Cette étude scientifique de la marche est de même le type d'où découleront, avec les modifications rendues nécessaires, tous les genres de marches et de démarches que les artistes auront à représenter.

Nous étudierons successivement dans la marche :

1° Les mouvements produits ;

2° La contraction musculaire ;

3° Les formes extérieures.

MARCHE SUR TERRAIN HORIZONTAL

ÉTUDE DES MOUVEMENTS

Un homme qui marche fait mouvoir ses jambes de manière à placer alternativement ses pieds l'un devant l'autre sur le sol.

Si l'on veut mettre quelque clarté dans une étude sur la marche, il faut d'abord nettement définir ce qu'on entend par *pas*, la marche après tout n'étant qu'une succession de pas. Or qu'est-ce qu'un pas? Littré nous dit qu'un pas, c'est l'action de mettre un pied devant l'autre pour marcher. On désigne aussi par pas l'espace qui se trouve compris d'un pied à l'autre quand on marche. Ainsi, dans le langage ordinaire, un pas est constitué par la série des mouvements qui se produisent entre le déplacement d'un pied et celui de l'autre pied. M. Marey a fait très justement remarquer qu'au point de vue scientifique, cette définition devait être étendue, et qu'il fallait désigner par *pas* la série des mouvements qui s'exécutent entre deux positions semblables d'un même pied, de sorte que le pas de M. Marey correspond à deux pas du langage ordinaire : c'est un *double pas* (fig. 80). J'accepte la définition de M. Marey, mais je crois préférable de conserver le nom de *double pas*

qui a l'avantage de ne rien changer à la signification généralement admise, et par suite ne saurait prêter à aucune confusion.

Or c'est le double pas que nous devons considérer.

Le double pas est exécuté par chaque membre non plus successivement, mais simultanément, de manière que le double pas droit, par exemple, empiète sur le double pas

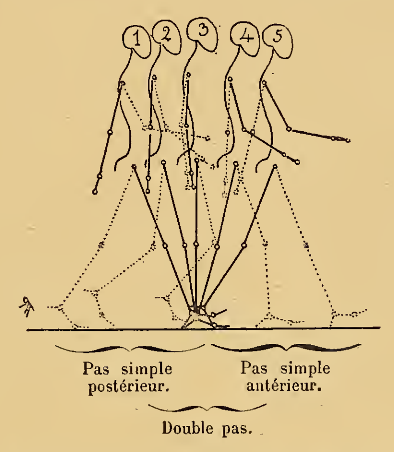


Fig. 81. — UN DOUBLE PAS. La jambe portante est figurée par des traits pleins, la jambe oscillante par un trait pointillé.

gauche de la moitié de sa longueur ou d'un pas, et réciproquement (fig. 81.)

Il est nécessaire pour la commodité de la description de distinguer plusieurs phases dans le double pas.

Il est un moment où, les deux jambes étant écartées à la manière d'un compas, les deux pieds reposent à la fois sur le sol, l'un par le talon, l'autre par la pointe. C'est la *période de double appui* (fig. 81 et 82.)

Puis le pied qui est en arrière quitte le sol pour se porter en avant. A ce moment le corps ne repose plus que sur un

pied ; c'est la *période d'appui unilatéral.* Cette période est beaucoup plus longue que la première.

La marche se compose donc d'une succession de doubles appuis et d'appuis unilatéraux alternativement droits et gauches.

Dans la phase d'appui unilatéral, une des jambes, celle

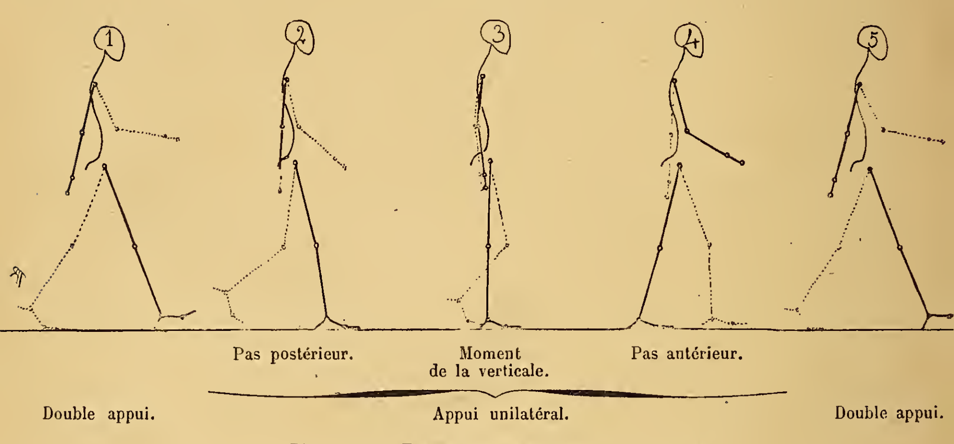


Fig. 82. — Différents temps de la marche.

qui porte sur le sol (ou jambe portante), exécute dans son ensemble un mouvement de rotation dont le centre est au pied et la circonférence à la hanche, pendant que la jambe qui se meut (ou jambe oscillante) décrit un mouvement analogue, mais en sens opposé, le centre de rotation se trouvant à la hanche. Mais il faut ajouter que ce dernier centre subit en même temps un déplacement en avant, conséquence du mouvement de la jambe portante (fig. 81).

Dans ce double mouvement qu'exécutent simultanément la jambe portante et la jambe oscillante, il arrive un moment où la jambe portante passe par la verticale, la jambe oscillante la croisant pour devenir antérieure de postérieure

qu'elle était. Ce moment, que je désignerai sous le nom de *moment de la verticale*, nous servira pour diviser la période d'appui unilatéral en deux phases : une première phase, ou *pas postérieur*, est celle qui précède le moment de la verticale. Dans cette phase le membre portant est oblique en haut et en arrière, le membre oscillant est postérieur. La deuxième phase, ou *pas antérieur*, est celle qui suit le moment de la verticale ; la jambe portante est oblique en sens inverse, c'est-à-dire en haut et en avant, et la jambe oscillante est antérieure.

Ainsi donc ces diverses phases du double pas se succèdent dans l'ordre suivant (fig. 82) :

1° Période du double appui ;
2° Pas postérieur ;
3° Moment de la verticale ;
4° Pas antérieur ;

} Période de l'appui unilatéral (2° à 4°).

Ces distinctions nous seront d'un grand secours dans les descriptions qui vont suivre.

Nous étudierons successivement les mouvements des membres inférieurs, du torse et des membres supérieurs.

MOUVEMENTS DES MEMBRES INFÉRIEURS

1° *Période du double appui.* — Pendant cette période, les deux pieds portent à la fois sur le sol, mais ils ne le touchent jamais de toute leur longueur en même temps. On peut même dire qu'il est fort rare qu'un seul pied pose sur le sol dans toute son étendue, alors que l'autre y touche

encore si légèrement que ce soit, ou, si cela se produit, c'est pendant un temps extrêmement court.

En effet, au moment où le pied qui est en avant, va toucher le sol par le talon, le pied qui est en arrière, s'est déjà soulevé partiellement, et le talon s'est détaché du sol. Au milieu de la période de double appui, tout le corps porte de manière très manifeste sur le talon d'un pied et sur les doigts de l'autre. Puis, le pied qui est en avant abaisse sa pointe et prend contact avec le sol dans toute son étendue, en même temps que le pied qui est en arrière se fléchit progressivement dans ses articulations métatarso-phalangiennes et que la surface d'appui diminue de plus en plus, de telle manière que, lorsque l'appui sur le pied antérieur est complet, c'est-à-dire lorsque les doigts reposent aussi fortement sur le sol que le talon, le pied postérieur est bien près de s'en détacher, si ce n'est déjà chose faite.

En résumé, dans la période du double appui, les deux pieds se déroulent sur le sol du talon à la pointe, l'un pour le quitter, l'autre pour s'y appliquer, avec cette particularité que ces deux mouvements ne sont pas absolument simultanés et que le premier a déjà commencé lorsque le dernier se produit.

Pendant cette période, les deux jambes ne sont pas en extension complète ; elles sont très légèrement fléchies, mais la jambe postérieure l'est à un degré plus marqué.

2° *Période de l'appui unilatéral.* — La *jambe portante* arrive au contact du sol par le talon et en extension complète. Plus tard, lorsque le pied est complètement appuyé, le genou se fléchit légèrement, puis il s'étend à nouveau

progressivement, de manière à se rapprocher de l'extension qui est presque complète au moment de la verticale. Ensuite cette extension s'exagère pendant tout le pas antérieur et ne cesse que tout à la fin, de manière à se transformer en légère flexion pendant la période du double appui. Cette flexion ne fait que s'exagérer pendant le double appui jusqu'au moment où le membre va devenir oscillant.

Jambe oscillante. — Au moment où la jambe va devenir oscillante, le genou est donc fléchi, et cette flexion s'exagère pendant toute la durée du pas postérieur, pour diminuer au moment de la verticale et pendant tout le pas antérieur à la fin duquel elle arrive en extension, pour se transformer de nouveau en jambe portante.

Si nous considérons, à un même moment, les attitudes respectives des deux membres inférieurs, nous voyons que pendant le pas postérieur, les deux jambes sont fléchies, mais à un degré bien différent, la jambe portante l'étant fort peu. Au moment de la verticale, la jambe portante est en extension et la jambe oscillante qui la croise est fléchie. Pendant le pas antérieur, le contraste persiste dans le même sens jusque tout à la fin, où, pendant un court moment, la jambe oscillante s'étendant complètement avant que le talon touche le sol, les deux membres sont en extension complète.

MOUVEMENTS DU TORSE

Le plus important est le mouvement de translation qui est en définitive le but de la marche. M. Marey a montré

que la vitesse de ce mouvement n'était pas uniforme et subissait une accélération vers la fin de chaque double pas.

Ce mouvement se combine avec d'autres qui sont les suivants :

1° **Oscillations verticales.** — A chaque pas, le torse tout entier subit un soulèvement suivi d'abaissement, et les deux mouvements constituent une oscillation dans le sens vertical dont l'amplitude est de 3 à 4 centimètres. Il se produit une oscillation pour chaque double pas, de telle manière que chaque point du torse ou de la tête décrit dans l'espace pendant la marche une ligne régulièrement ondulée. Les minima correspondent aux périodes de double appui et sont la conséquence forcée de l'obliquité qu'affectent à ce moment les deux membres inférieurs. Les maxima se produisent au moment de la verticale, c'est-à-dire au moment où le membre inférieur portant, d'oblique qu'il était au double appui, devient perpendiculaire au sol.

2° **Oscillations transversales ou horizontales.** — En même temps que le torse se soulève et s'abaisse, il se porte d'un côté sur l'autre, et ce mouvement de va-et-vient latéral constitue ce qu'on appelle les oscillations transversales ou horizontales. Elles sont la conséquence du transport du corps du côté de la jambe portante, dont le but est de rapprocher le centre de gravité de la base de sustentation. C'est donc au milieu de l'appui unilatéral que se produit le maximum d'amplitude de l'oscillation. Ces oscillations transversales sont en nombre double de celui des oscillations verticales.

3° **Mouvements d'inclinaison en avant et en arrière.** — Bien que fort peu marqués dans la marche ordinaire, ces mouvements n'en existent pas moins. Si l'on considère l'axe du torse aux différentes phases du pas, on voit que pendant le pas postérieur, le corps est penché en arrière, qu'il l'est

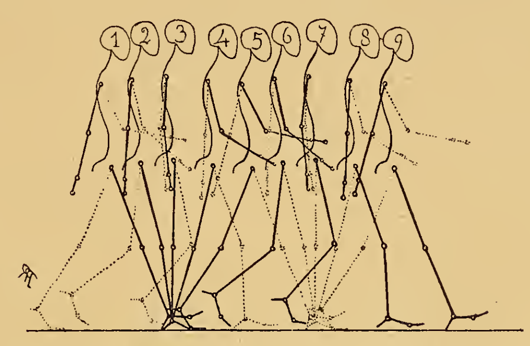


Fig. 83. — Deux doubles pas successifs, pendant lesquels la même jambe est portante, puis oscillante (traits pleins), ou inversement oscillante, puis portante (traits pointillés).

en avant pendant le pas antérieur, et qu'au moment de la verticale et des doubles appuis il est sensiblement vertical.

4° **Mouvements de torsion.** — Ces mouvements sont la conséquence des mouvements contrariés des épaules et des hanches qu'il est opportun d'étudier maintenant.

5° **Mouvements du bassin.** — En outre de la translation et des oscillations verticales et horizontales déjà étudiées à propos des mouvements du tronc dans son ensemble, le bassin est soumis à deux sortes de mouvements qui se passent autour de deux axes, l'axe antéro-postérieur et l'axe vertical.

A. *Rotation autour d'un axe vertical.* — Dans le pas pos-

térieur, la face antérieure du bassin est tournée du côté de la jambe oscillante, pour se porter du côté opposé lors du pas antérieur. Au moment même de la verticale, le bassin est parfaitement perpendiculaire à la ligne de marche

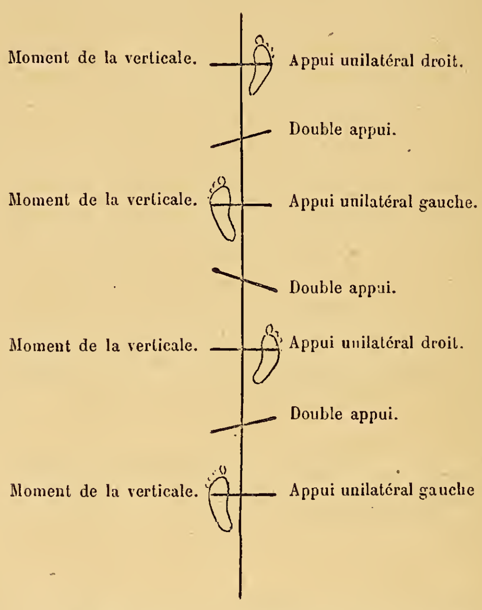


Fig. 84. — Projection sur plan horizontal de l'axe des hanches aux différents temps de la marche.

(fig. 84). Ce mouvement est une conséquence inévitable de l'écartement des deux membres inférieurs, celui qui est en arrière retenant la hanche à laquelle il est attaché, celui qui est en avant entraînant avec lui la hanche qui lui correspond.

Le centre de ce mouvement paraît être à l'articulation coxo-fémorale de la jambe portante, pendant que l'articulation de la jambe oscillante occupe la périphérie.

B. *Rotation autour d'un axe antéro-postérieur.* — A la

période de double appui, alors que, comme nous venons de le voir, l'axe transverse du bassin est le plus oblique par rapport à la ligne de marche, le même axe paraît bien horizontal, c'est-à-dire que les deux articulations coxo-fémorales semblent situées à la même hauteur. Mais aussitôt que la jambe quitte le sol, le bassin incline manifestement de ce côté, puis se relève et devient presque horizontal au moment de la verticale, puis enfin encore redescend toujours du même côté jusqu'à ce que le double appui se reproduise et le ramène à l'horizontale. Le centre du mouvement serait encore l'une des articulations coxo-fémorales, celle du côté de la jambe portante. Ces divers mouvements du bassin s'observe très nettement sur les photographies de la planche VI qui représentent l'homme marchant vu de face.

En somme, jamais le côté oscillant du bassin ne s'élève au-dessus du niveau du côté portant. Il ne fait que baisser très nettement dans le pas postérieur, un peu moins nettement dans le pas antérieur.

6° **Mouvements des épaules.** — Les mouvements de rotation du bassin autour d'un axe vertical que nous avons signalés il n'y a qu'un instant, entraîneraient forcément tout le torse dans le même sens, si un mouvement de rotation des épaules en sens inverse ne venait le contrarier et maintenir la rectitude du torse.

Il existe donc entre la ligne des épaules et la ligne des hanches un défaut de parallélisme aux différents temps de la marche, se produisant de la façon suivante. (J'appelle ligne ou axe des épaules ou des hanches, la ligne qui join-

drait le centre des deux articulations scapulo-humérales ou coxo-fémorales.)

C'est à la période du double appui que l'angle formé par l'axe des épaules et par celui des hanches est le plus considérable.

Au moment de la verticale ils sont parallèles.

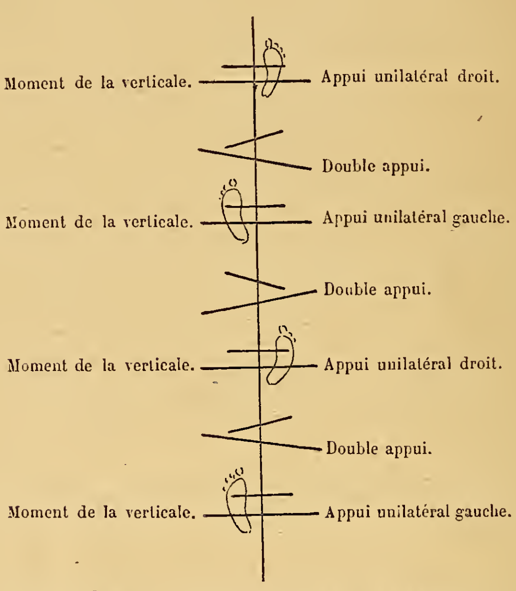


Fig. 85. — Projection sur plan horizontal de l'axe des hanches et de l'axe des épaules aux différents temps de la marche.

Si l'on songe que ces deux axes ne sont pas dans le même plan vertical, mais que le plan des épaules est toujours postérieur à celui des hanches, on sait de suite comment leur rotation en sens inverse a pour effet de rapprocher l'une de leurs extrémités en éloignant l'autre, de telle sorte que, dans le pas postérieur, la plus grande ouverture se trouve du côté de la jambe portante, pendant que du côté de la jambe oscillante le plan des épaules se rapproche

de celui des hanches. C'est l'inverse dans le pas antérieur (fig. 85). Le mouvement de rotation de l'axe des épaules est la conséquence des mouvements de balancement des membres supérieurs.

7° **Mouvement d'inclinaison latérale.** — Enfin il faut encore signaler, au nombre des mouvements qu'exécute le torse pendant la marche, un mouvement d'inclinaison latérale qui penche le haut du torse du côté de la jambe portante (Pl. VI). Cette inclinaison latérale a pour effet d'abaisser l'épaule correspondante pendant que l'autre épaule s'élève. Elle atteint son maximum d'amplitude au moment de la verticale. Le redressement s'opère pendant la phase du double appui. Puis l'inclinaison se reproduit de l'autre côté. Ces mouvements d'inclinaison latérale ne sont pas sans analogie avec ce qui a eu lieu pendant la station hanchée.

MOUVEMENTS DES MEMBRES SUPÉRIEURS

Les mouvements des membres supérieurs s'opèrent en sens inverse de ceux des membres inférieurs. Quand la jambe droite, par exemple, est en arrière, le bras droit est en avant et vice versa. Ils consistent en des oscillations pendulaires dans le plan antéro-postérieur.

Au moment du double appui ils subissent leur plus grand écartement. Au moment de la verticale, ils se rapprochent tous deux du même plan transversal alors que leur direction se croise.

Dans la moitié postérieure de son oscillation, le membre supérieur est complètement étendu, dans la moitié antérieure, il se fléchit légèrement au coude.

ACTION MUSCULAIRE

On a cru longtemps, sur la foi des frères Weber, que toute l'action musculaire pendant la marche se concentrait sur le membre portant destiné à soutenir seul toute la charge du torse, et que le membre oscillant exécutait son oscillation sous la seule influence de la pesanteur, à la manière d'un pendule. Il est bien démontré aujourd'hui depuis les travaux de M. Marey, de Carlet, de Duchenne de Boulogne et de Boudet de Pàris, que la jambe oscillante est essentiellement active et que ses mouvements ne sauraient s'exécuter sans le concours de la contraction musculaire. Il suffit de regarder un homme qui marche pour s'en convaincre.

Nous examinerons l'action musculaire sur le membre inférieur au moment où il touche terre du talon pour devenir membre portant, et nous suivrons les modifications qu'elle subit pendant les diverses phases du pas pour continuer notre étude sur le même membre au moment où il va devenir oscillant, puis pendant toutes les phases de son oscillation.

Membre portant. — Projeté en avant par une action musculaire que nous étudierons plus loin, le membre oscillant retombe pour ainsi dire sur le sol par le seul effort de la

pesanteur. A ce moment il est dans un état de relâchement musculaire à peu près complet.

Mais aussitôt qu'il commence à supporter le poids du corps, avant même que le pied ne touche le sol dans toute son étendue, la contraction musculaire s'y révèle. Le moyen fessier commence à se contracter, et sa contraction énergique se maintiendra tout le temps de l'appui unilatéral, pour empêcher le bassin auquel est suspendu le membre qui oscille de basculer latéralement (Pl. V, n°s 4, 5, 6, 7, 8, 9, et fig. 86, n°s 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7). Le moyen fessier et probablement aussi le petit fessier situé au-dessous du moyen sont les agents directs qui s'opposent à la chute latérale du bassin. Leur action est secondée par la contraction simultanée de deux autres muscles qui sont la partie supérieure du grand fessier et le tenseur du fascia lata.

Le grand fessier d'ailleurs se contracte dans son entier pendant toute la durée du pas postérieur et empêche ainsi le tronc de basculer en avant. Mais son action cesse généralement au moment de la verticale et ne se produit pas pendant le pas antérieur. La contraction du grand fessier est bien plus évidente, si l'on marche le corps penché en avant. Elle devient inutile si l'on marche le corps renversé en arrière.

Le gros muscle de la cuisse, le quadriceps, est également un des premiers muscles qui se contractent sur la jambe portante (Pl. V, n°s 4, 5, 6, fig. 86, n°s 2, 3, 4). Il maintient l'extension du membre qui sans lui fléchirait sous le poids, mais sa contraction ne dure que pendant le pas postérieur, elle diminue au moment de la verticale pour cesser complètement ensuite pendant la durée du pas antérieur. A ce

moment, en effet, la ligne de gravité du torse passant bien

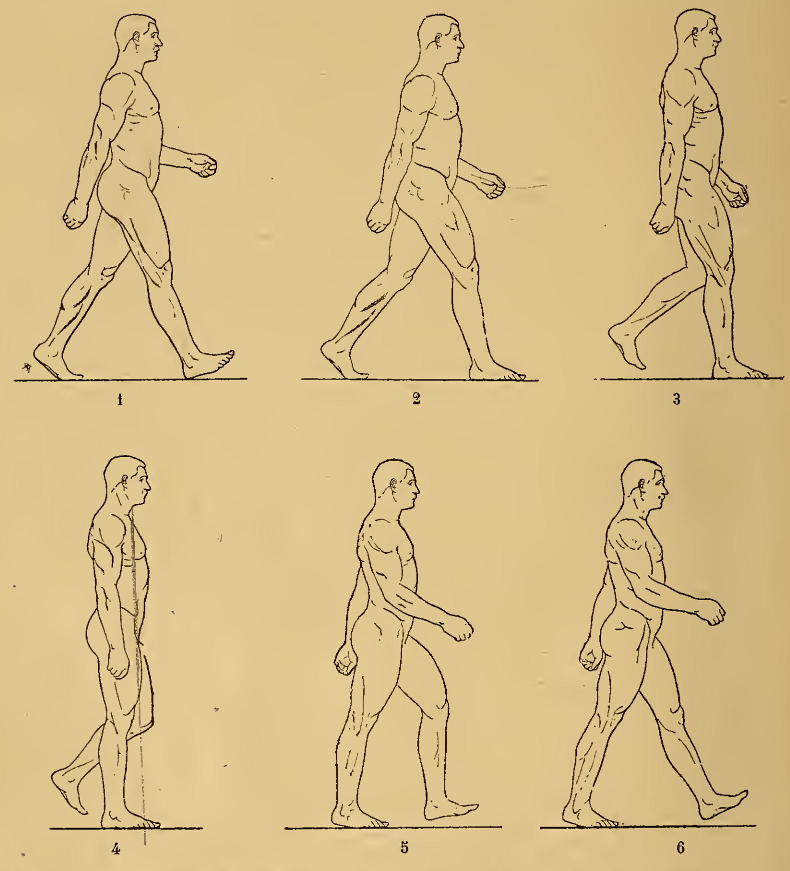


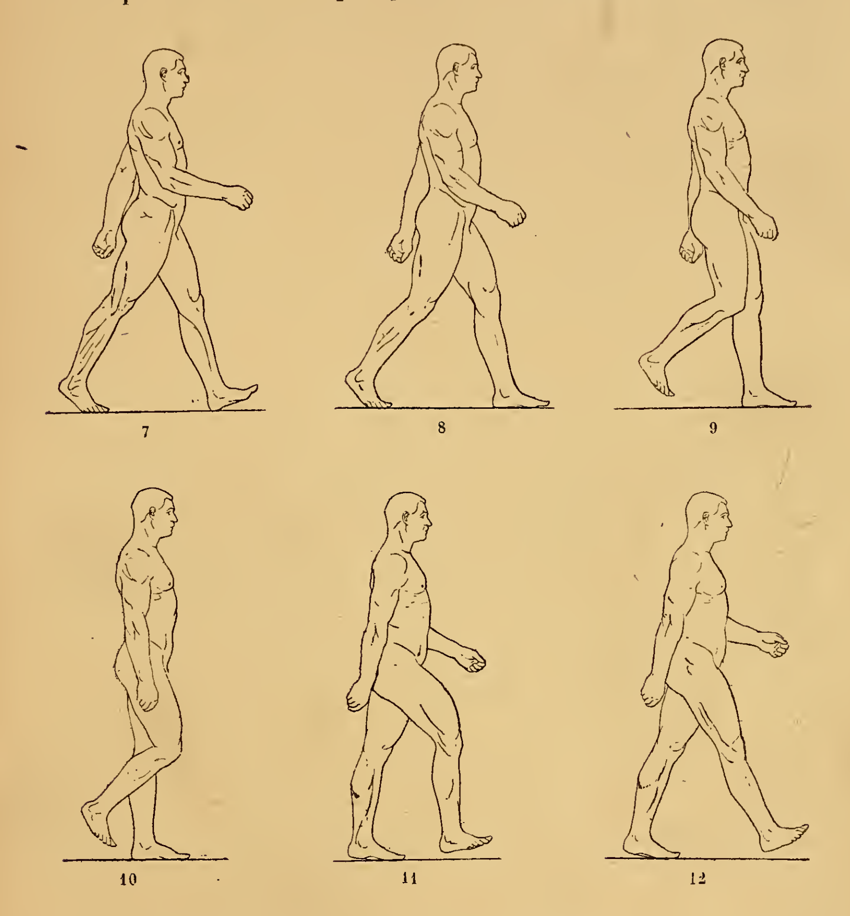
Fig. 86. — Figures demi-schématiques représentant douze positions successives d'un homme qui marche. (D'après les séries chronophotographiques obtenues avec le concours de M. Albert Londe).

De 1 à 7 double pas avec la jambe droite portante et la gauche oscillante, de 7 à 12 double pas suivant avec la jambe droite devenue oscillante et la gauche portante. N°s 1 et 7, double appui; 2 et 8, fin du double appui; 3 et 9, pas postérieur; 4 et 10, moment de la verticale; 5, 6 et 11, 12, pas antérieur; du n° 12 l'homme revient à la position du n° 1, de sorte qu'avec ces douze figures le cycle de la marche est complet.

en avant de l'articulation du genou, la pesanteur suffit à maintenir l'extension de l'article.

Quant aux muscles de la jambe, ils sont tous légèrement

tendus pendant tout le pas postérieur. Mais à peine la ver-



ticale est-elle franchie que les muscles postérieurs et latéraux se contracte vigoureusement et leur contraction augmente d'intensité jusqu'à la fin (Pl. V, nos 8, 9, 10, et fig. 86, nos 5, 6, 7, 8).

Le muscle du mollet soulève énergiquement le talon qui quitte le sol, et pousse en même temps tout le corps en haut et en avant. C'est lui le véritable agent de propul-

sion. Mais dans ce mouvement, la voûte du pied tendrait à s'affaisser si elle n'était maintenue par l'action des muscles péroniers latéraux.

Les muscles postérieurs de la cuisse qui sont les fléchisseurs de la jambe, commencent à entrer en contraction sur la jambe portante pendant le pas antérieur (Pl. V, n°s 8, 9, 10, 11, et fig. 86, n°s 5, 6, 7, 8, 9). Leur contraction s'accentue de plus en plus et a pour effet de fléchir la jambe aussitôt que celle-ci a quitté le sol.

Membre oscillant. — Voici donc que la jambe, de portante qu'elle était, devient oscillante. A ce moment, le muscle gastrocnémien et les péroniers se relâchent, (Pl. V, n° 12, et fig. 86, n° 9), et en même temps les extenseurs des orteils et le jambier antérieur se contractent pour soulever la pointe du pied et l'empêcher, dans le mouvement d'oscillation qui va se produire, de heurter le sol.

A la cuisse, les fléchisseurs de la jambe sont contractés pour maintenir la jambe en flexion. Le triceps fémoral est relâché, ainsi que les fessiers. Mais les fléchisseurs de la cuisse sur le bassin, parmi lesquels le couturier et le droit antérieur, se contractent dans le but de ramener la cuisse et tout le membre en avant. La jambe oscillante exécute ainsi le pas postérieur, passe la verticale et s'avance pour accomplir le pas antérieur. C'est à ce moment (Pl. V, n° 1 et fig. 86, n° 10) qu'une contraction énergique du quadriceps étend vigoureusement la jambe sur la cuisse. Mais cette contraction est rapide et cesse brusquement avant même que le membre soit en extension complète. Le gonflement que l'on observe sur le n° 11, fig. 86, et sur le n° 2, Pl. V, est

l'indice non de la contraction mais du relâchement du muscle, comme nous le montrerons tout à l'heure.

Nous retrouvons là un de ces exemples de contraction balistique que nous avons étudiée plus haut. Lors donc que l'extension est produite, le quadriceps et les autres muscles du membre sont dans le relâchement. Le membre descend alors de son propre poids jusqu'à la rencontre du talon avec le sol.

D'autres actions musculaires se montrent sur le reste du corps. Je signalerai seulement les spinaux qui entrent en contraction du côté de la jambe oscillante et le deltoïde dont la contraction des faisceaux antérieurs et postérieurs tiennent sous leur dépendance les mouvements des membres supérieurs.

FORMES EXTÉRIEURES

Les actes musculaires si nombreux et si variés que nous venons d'étudier ne sont pas sans influer grandement sur la forme extérieure.

Nous étudierons successivement la forme des fesses, des cuisses, des jambes et des pieds.

Formes des fesses. — Ce qui caractérise la forme des fesses dans la marche, c'est la saillie constituée du côté de la jambe portante par le moyen fessier et la partie supérieure du grand fessier, saillie qui occupe toute la moitié supérieure de la fesse de ce côté et qu'accentue la dépression rétro-trochantérienne qui l'accompagne. La fesse du

côté de l'oscillation est au contraire aplatie dans toute son étendue (fig. 86.)

Formes des cuisses. — Les deux cuisses pendant la marche offrent un contraste frappant dû en particulier aux états physiologiques différents du muscle quadriceps sur les deux jambes à un même moment.

D'autre part, il y a dans les formes de chaque membre même opposition complète entre le pas postérieur et le pas antérieur.

Sur le membre portant, au moment où il a pris franchement contact avec le sol, la contraction du triceps fémoral est énergique. On remarque l'accentuation du sillon latéral externe de la cuisse et la séparation fort nette des masses charnues du droit antérieur, du vaste externe et du vaste interne (fig. 86, n° 3, et Pl. V, n° 5). Cette contraction est en somme une contraction statique ; elle maintient le membre en flexion légère et résiste à l'action de sa pesanteur qui entraînerait la flexion complète sur un membre abandonné à lui-même. Cette contraction dure tout le temps du pas postérieur. Elle cède peu à peu pour faire place au relâchement complet qui existe pendant toute la durée du pas antérieur. Ce relâchement du quadriceps se traduit extérieurement par la production du bourrelet sus-rotulien occasionné par la saillie de l'extrémité inférieure du vaste interne relâché. L'extrémité inférieure du vaste externe relâché amène aussi la production du relief caractéristique (fig. 86, n° 6, et Pl. V, nos 8, 9 et 10). Mais toute la masse musculaire est refoulée latéralement par la tension du fascia lata et de la bandelette ilio-fémoro-tibiale. En

somme la cuisse à ce moment est étroite transversalement et ressemble assez à la cuisse de la jambe portante de la station hanchée.

Pendant que le muscle quadriceps se relâche, on voit progressivement s'accentuer le relief des muscles postérieurs de la cuisse dont la contraction commence pendant le pas antérieur.

Lorsque le membre a quitté le sol, on constate, dès le début de son oscillation, les reliefs formés par les muscles fléchisseurs de la cuisse, droit antérieur, couturier et tenseur du fascia lata, en même temps qu'à la partie postérieure de la cuisse, les fléchisseurs de la jambe forment une saillie fort distincte. Ces formes sont en somme celles du membre oscillant pendant le pas postérieur. Mais les choses changent au moment de la verticale et pendant le pas antérieur, les formes de la cuisse sont extrêmement curieuses à étudier.

C'est le moment où la contraction des fléchisseurs de la jambe cesse, et des muscles postérieurs de la cuisse la contraction passe au muscle antérieur, au muscle quadriceps qui tient sous sa dépendance l'extension de la jambe qui se produit alors. Mais cette extension de la jambe est rapide et soudaine. Elle est produite par une contraction musculaire brusque cessant aussitôt. Cette contraction a lieu au moment de la verticale alors que la jambe, se trouvant fléchie, le muscle est distendu, circonstance éminemment favorable à l'énergie de l'effort musculaire. Elle cesse vers le milieu du pas antérieur bien avant que la jambe ait achevé son mouvement d'extension. La photographie instantanée nous a permis de saisir le moment où cesse cette

contraction (fig. 86, n° 11, et Pl. V, fig. 2). La forme de la cuisse est saillante en avant, fortement bombée, mais le



Fig. 87. — MARCHE SUR PLAN HORIZONTAL. Moment du double appui. Les orteils du pied gauche n'ont pas encore pris entièrement contact avec le sol. (D'après une photographie instantanée de M. Londe.)

modelé uniforme du muscle montre bien que le relâchement musculaire s'est déjà produit. Nous avons donc sur cette image un muscle relâché, mais soulevé ; projeté en

avant pour ainsi dire, à la manière d'une masse fluctuante par le mouvement même du membre. D'ailleurs, cette masse inerte pour ainsi dire, subissant la loi de la pesanteur, retombe bientôt sur elle-même, ce que la photographie instantanée nous montre le moment d'après (fig. 3, Pl. V, et fig. 10, Pl. VI), alors que l'extension de la jambe s'est complétée en vertu de l'impulsion acquise et de l'inertie du membre et que le talon ne touche pas encore le sol. A ce moment, en effet, la cuisse est considérablement aplatie, son diamètre antéro-postérieur tant accru tout à l'heure a beaucoup diminué. Par contre, la cuisse s'est élargie transversalement par suite du refoulement ou plutôt de la chute des masses musculaires en bas et sur les côtés.

Nous saisissons ici, grâce à la chronophotographie, deux phases très distinctes du relâchement musculaire du quadriceps qui impriment à la cuisse une forme toute différente, bombée en avant ou aplatie, large d'avant en arrière ou transversalement.

A l'œil nu, ces phénomènes musculaires se traduisent sous la forme d'un véritable ballottement du muscle.

Formes de la jambe et du pied. — C'est sur la jambe portante, au moment où la jambe oscillante l'a dépassée, c'est-à-dire pendant le pas antérieur, que l'on voit la contraction des jumeaux, accentuer les plans du mollet, en même temps que s'accuse le relief du soléaire et que se raidit le tendon d'Achille. Ces formes s'accentuent de plus en plus jusqu'au moment où le pied quitte le sol. Elles sont accompagnées de modifications de la face externe de la jambe marquée de

sillons longitudinaux dus à la contraction des péroniers (fig. 86, nos 5, 6, 7).

Toutes ces formes s'éteignent alors que la jambe est devenue oscillante, le triceps sural devient mou et comme flottant. Les surfaces qui répondent aux péroniers sont plus uniformes, mais, au même moment, de nouvelles saillies se montrent à la face antérieure du cou-de-pied et sur le dos du pied. Elles sont dues aux cordes tendineuses des muscles extenseurs du pied et des orteils.

De tout ce qui précède sur la marche type, on peut tirer les quelques conclusions suivantes fort curieuses, si on les rapproche des idées ayant généralement cours.

Le corps dans son ensemble n'est jamais penché en avant de façon bien manifeste.

Les deux pieds ne portent jamais en même temps sur le sol sans toute leur étendue. On peut même dire que l'instant pendant lequel un pied touche le sol entièrement en même temps que l'autre pied appuie sur les orteils, passe avec la rapidité d'un éclair si même il existe franchement. On peut remarquer que, sur la figure 86 qui représente ce moment, les orteils du pied qui est en avant ne touchent pas encore complètement le sol, alors que le pied qui est en arrière est déjà fortement soulevé.

La jambe placée en avant et dont le pied touche terre n'est que très légèrement fléchie et se trouve toujours placée bien en avant de la ligne de gravité du torse.

On voit combien nous sommes loin de cette figure que tout le monde a dans l'œil et qui est comme le schéma artistique de la marche : tout le corps fortement penché en avant est soutenu par un des membres inférieurs notable-

ment fléchi et dont le pied fortement appuyé sur le sol forme la base de sustentation par laquelle passe la ligne de gravité du corps ; l'autre membre inférieur également fléchi est rejeté en arrière et touche le sol par les orteils.

Mais ne nous hâtons point d'incriminer les artistes, nous allons voir que, dans certaines conditions données, l'homme qui marche se rapproche bien du type dont nous venons de parler.

MARCHE A RECULONS

La marche en arrière ne compte point parmi les modes de locomotion, mais, à titre expérimental, il nous a paru intéressant de l'étudier. Nous y avons relevé par contraste la confirmation des observations faites sur la marche en avant. Dans la marche à reculons, au moment où le pied se porte en arrière, le torse se penche en avant, pour faire équilibre au membre ainsi déplacé. On constate, en effet, sur la série des images chronophotographiques d'un homme qui marche à reculons, que le torse est en général plus penché en avant que dans la marche ordinaire.

Les oscillations du torse dans le sens antéro-postérieur sont beaucoup plus marquées. Elles se produisent très nettement de la façon suivante : dans le pas antérieur, le corps incline en avant, dans le pas postérieur, il incline en arrière. Elles sont en somme de même sens que dans la marche ordinaire, mais plus accentuées. J'ajouterai que de prime abord, il est peut-être difficile en présence de la série chronophotographique de la marche à reculons de reconnaître le sens de la marche. Mais en y regardant de près, et surtout en la comparant avec les séries de la marche en avant,

il est aisé de relever des différences, qui, en outre de celle déjà signalée à propos de l'inclinaison du torse, sont très nettes.

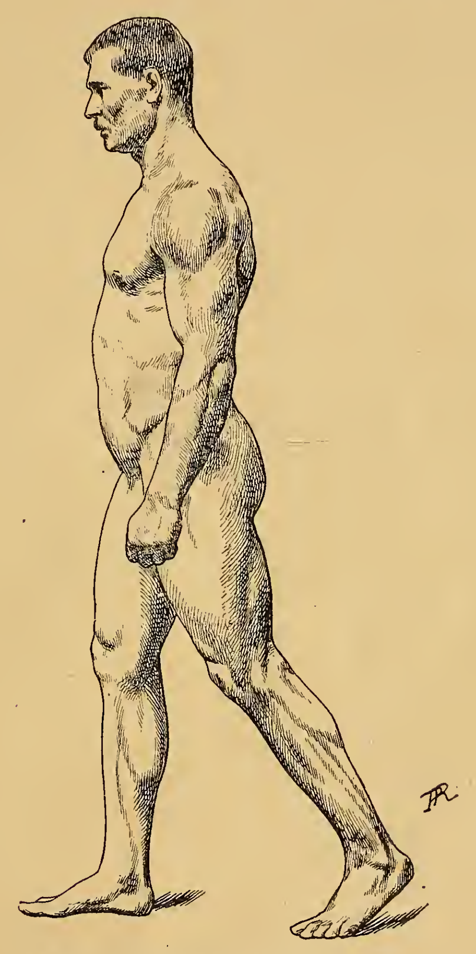


Fig. 88. — Marche a reculons.
(D'après une photographie instantanée de M. Londe.)

Le pied qui se porte en arrière arrive au contact avec le sol par les orteils (fig. 88), et ce n'est que lorsqu'il est tout entier appuyé sur le sol, que les orteils de l'autre pied com-

mencent à se détacher. Puis ce pied quitte le sol tout d'une pièce, à la manière de ce qui se passe dans la marche sur place et non en roulant pour ainsi dire de la pointe sur le talon, en sens inverse de ce qui a lieu dans la marche en avant.

Il en résulte que la phase de double appui est plus longue que dans la marche ordinaire et qu'on n'observe jamais, comme dans cette dernière, le moment du double appui pendant lequel le corps se trouve soutenu par le talon d'un côté et les orteils de l'autre.

On peut remarquer encore qu'au moment de la verticale l'extension du membre portant est bien plus complète dans la marche à reculons que dans la marche en avant.

En outre de ses différences dans la position des membres inférieurs, on constate dans leur morphologie des oppositions dignes d'être révélées et dues à des différences de l'action musculaire.

La plus saillante de ces oppositions peut se constater sur la cuisse oscillante vers le milieu du pas antérieur. Nous avons vu qu'à ce moment, dans la marche ordinaire, il se produisait une saillie énorme au-devant de la cuisse due à la contraction du quadriceps suivie de relâchement brusque et dont l'effet est de projeter la jambe en avant. Ici rien de semblable : en effet, la jambe au lieu de s'étendre, se fléchit et se porte en arrière. Aussi la face antérieure de la cuisse est-elle aussi plate ici qu'elle est bombée dans l'autre cas.

Je n'insiste pas sur les autres différences morphologiques.

Une remarque assez curieuse pour terminer. Il résulte

des deux circonstances énumérées plus haut, prolongation de la période de double appui d'une part, accentuation de l'inclinaison du torse en avant d'autre part, que plusieurs des attitudes de la marche à reculons ressemblent peut-être plus à l'idée qu'on se fait généralement de la marche d'après les formules artistiques usuelles que les attitudes correspondantes de la marche en avant.

MARCHE AVEC UN FARDEAU SUR L'ÉPAULE

Il n'y a pas de différences capitales dans la marche d'un homme, qu'il soit chargé d'un poids assez lourd sur l'épaule ou qu'il n'ait aucune charge.

Cependant on peut relever les détails suivants :

Le pas est en général plus court.

La période de double appui est plus prolongée. Il s'ensuit que les deux pieds sont appliqués ensemble sur le sol dans une plus grande partie de leur étendue ; c'est ainsi que, tandis que, dans la marche ordinaire, les orteils de la jambe qui devient portante, ou antérieure, ne s'appliquent sur le sol que presque au moment où les orteils de la jambe postérieure quittent le sol, ici le pied de la jambe antérieure est bien appliqué sur le sol, alors que le pied postérieur ne fait que commencer à détacher le talon (fig. 89).

Quant aux mouvements des membres inférieurs, ils sont à peu près les mêmes que dans la marche ordinaire. Il en est de même des contractions musculaires qui ne diffèrent que par une plus grande accentuation sur le membre portant.

Dans les diverses variétés de la marche que nous allons étudier maintenant « marche en poussant ou en tirant »,

« marche sur un plan ascendant ou sur un plan descendant », « montée ou descente d'un escalier », j'ai multiplié



Fig. 89. — Marche avec un fardeau sur l'épaule.
Moment du double appui. (D'après une photographie instantanée de M. A. Londe.)

à dessein les figures pensant qu'elles suppléeraient avantageusement à un texte plus détaillé. Les figures consacrées à chaque variété de marche sont calquées pour ainsi dire

sur celles que nous avons consacrées à la marche sur terrain horizontal, de manière qu'en les comparant les unes aux autres, les analogies ou les dissemblances qui existent entre ces diverses marches, sautent aux yeux du premier coup.

MARCHE EN POUSSANT OU EN TIRANT

Si l'homme marche en poussant devant lui un corps pesant ou en le tirant derrière lui, les mouvements qu'il exécute sont bien différents de ceux de la marche ordinaire.

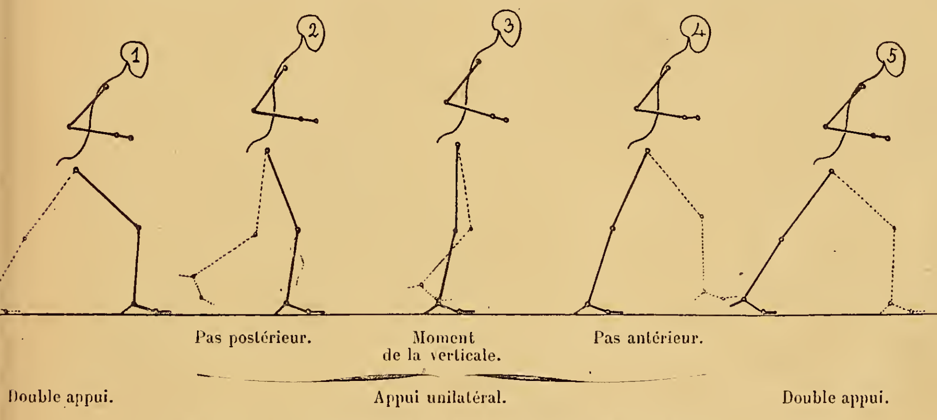


Fig. 90. — Différents temps de la marche en poussant.

Il ne s'agit plus seulement d'imprimer au corps tout seul un mouvement de translation, mais le corps doit entraîner avec lui une masse plus ou moins considérable ou surmonter une résistance plus ou moins grande. Dans ce but, non seulement l'homme use de toute son énergie musculaire, mais il cherche à mettre à profit, autant que possible, sa propre masse en déplaçant le centre de gravité de ma-

nière à aider au déplacement de la masse à entraîner. Ces nouvelles conditions d'équilibre changent complètement

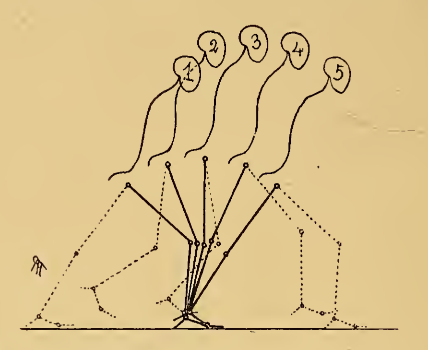


Fig. 91. — Un double pas de la marche en poussant.

l'attitude d'ensemble d'un homme qui tire ou pousse en marchant.

Nous remarquons, en effet, que le corps est fortement

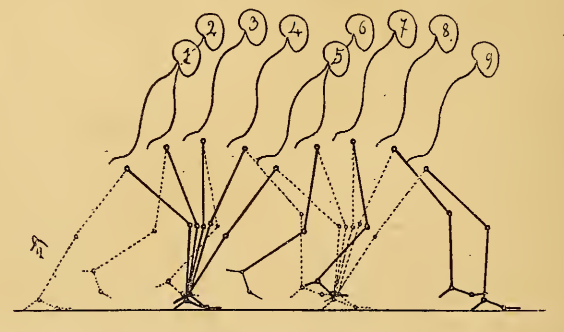


Fig. 92. — Deux doubles pas successifs de la marche en poussant.

incliné en avant. Il l'est plus ou moins suivant le poids de la masse à déplacer.

La phase du double appui est prolongée. Les deux pieds peuvent porter à la fois dans toute leur étendue sur le sol (fig. 93, n° 1). La jambe oscillante arrive fléchie sur le

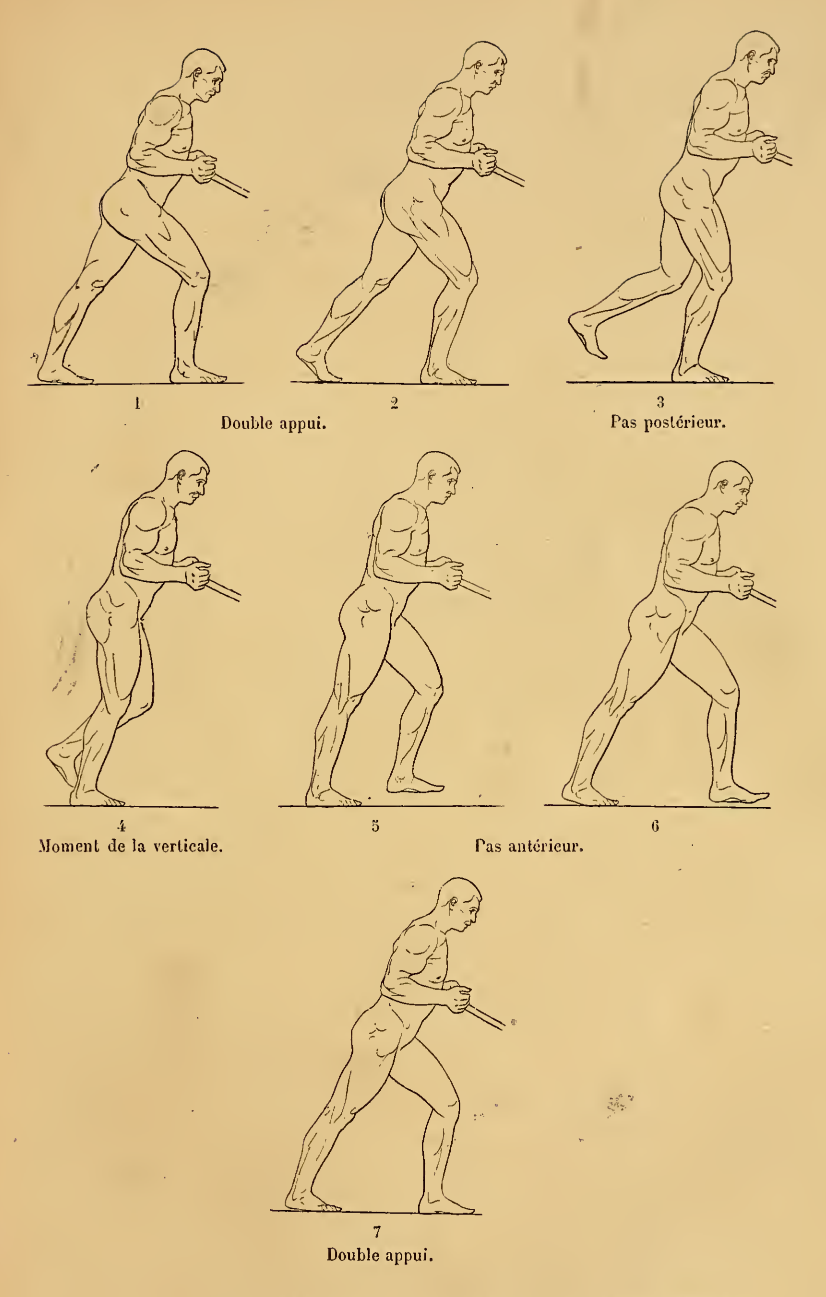


Fig. 93. — Figures demi-schématiques de sept positions successives d'un double pas de la marche en poussant.

sol, le genou en avant (fig. 93, n° 6). Le pied prend contact avec le sol bien rarement par le talon, le plus souvent par la plante, d'autres fois par la pointe.



Fig. 94. — Marche en poussant.
Moment du double appui. (D'après une photographie instantanée de M. A. Londe.)

Une fois que le pied a bien pris son appui sur le sol, le membre se redresse progressivement et avec effort pour n'arriver en extension que bien après avoir passé le moment de la verticale. Ce même membre demeure en extension

complète tout le temps du double appui, pendant lequel le talon se soulève, la pointe du pied faisant effort sur le sol pour aider à la propulsion. Puis la pointe elle-même se



Fig. 95. — Marche en tirant.
Moment du double appui. (D'après une photographie instantanée de M. A. Londe.)

détache et le membre, devenu oscillant, s'avance en état de flexion plus ou moins marquée pour reprendre à nouveau contact avec le sol, ainsi que nous avons déjà dit, en flexion, sans avoir été en extension, fût-ce un seul instant.

En résumé, ici, l'extension ne s'observe que sur le membre portant, lors du pas antérieur seulement.

Au point de vue de l'action musculaire, elle se révèle avec énergie tout particulièrement sur le quadriceps de la jambe portante, pendant tout le cours du pas postérieur (fig. 93, nos 2, 3, et fig. 94). Ce muscle est bien alors l'agent de propulsion le plus énergique. Lors du pas antérieur, l'action musculaire se déplace et passe au triceps sural qui soulève le talon et devient à son tour l'agent de propulsion.

Le modelé de la cuisse du membre portant est tout à fait caractéristique (fig. 94 et fig. 95).

Un homme qui marche à l'encontre d'un vent violent est tout à fait comparable à celui qui pousse en avant de lui une charge quelconque. Il y aura donc la plus grande ressemblance, dans les deux cas, entre les caractères de la marche.

MARCHE EN POUSSANT UNE BROUETTE CHARGÉE

La charge est ici supportée par les bras, et elle ne se déplace qu'à la condition d'être poussée en avant. Cette forme de marche tient donc à la fois et de la marche avec fardeau et de la marche en poussant.

C'est ce que démontrent d'ailleurs les photographies instantanées sur lesquelles nous relevons les caractères suivants :

Inclinaison de tout le corps en avant.

Augmentation de durée de la phase de double appui.

Le membre oscillant arrive en flexion à l'appui, mais la flexion est moins prononcée que dans la marche en poussant, et le pied touche le sol d'abord par le talon, jamais par la pointe.

La jambe portante ne se redresse que bien après avoir passé la verticale. La jambe oscillante, d'abord fléchie comme dans la marche ordinaire, ne se redresse jamais complètement.

L'effort musculaire le plus violent existe au quadriceps de la jambe portante pendant le pas postérieur, puis au

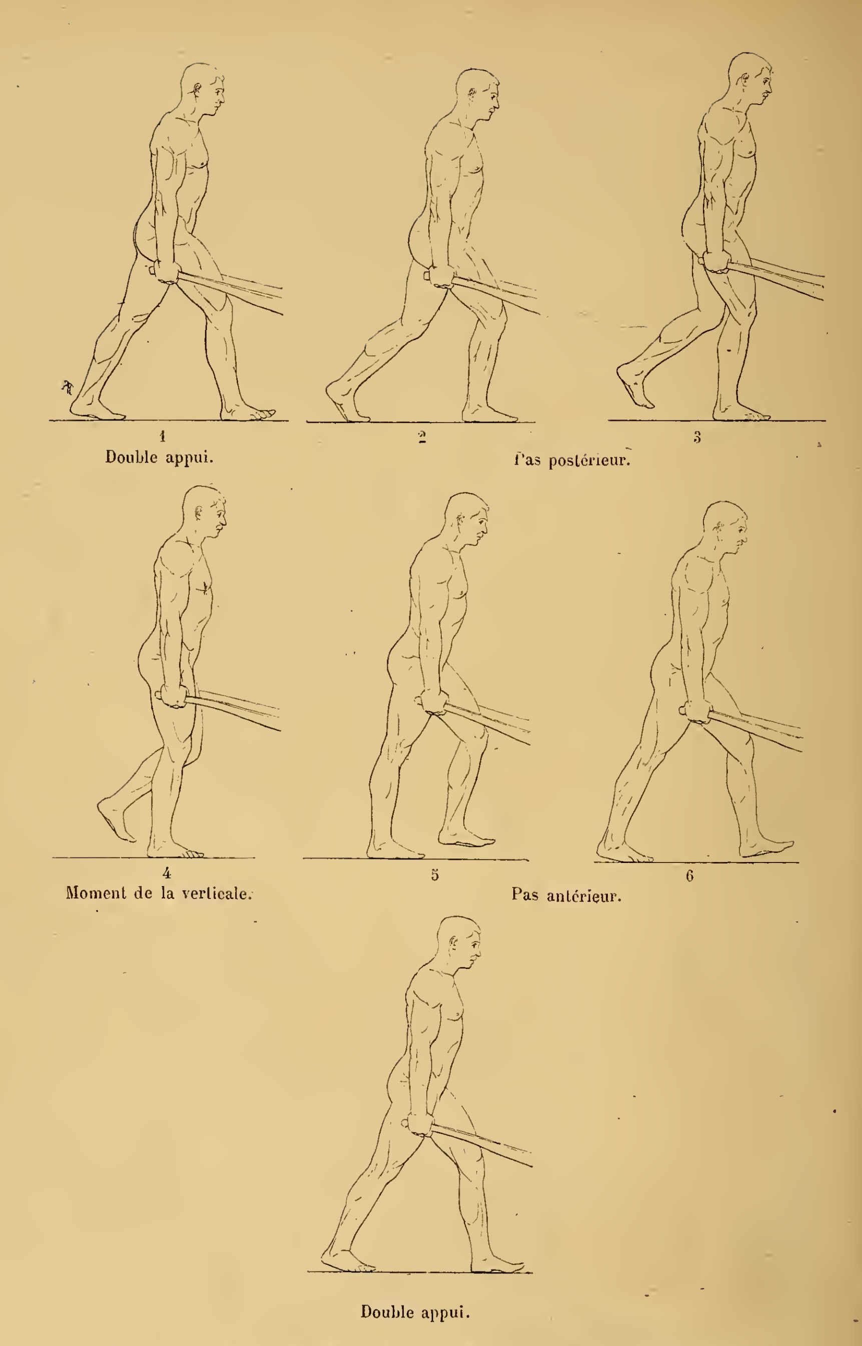


Fig. 96. — Figures demi-schématiques de sept positions successives d'un double pas de la marche en poussant une brouette chargée.

mollet de la même jambe lors du pas antérieur et pendant la phase du double appui.

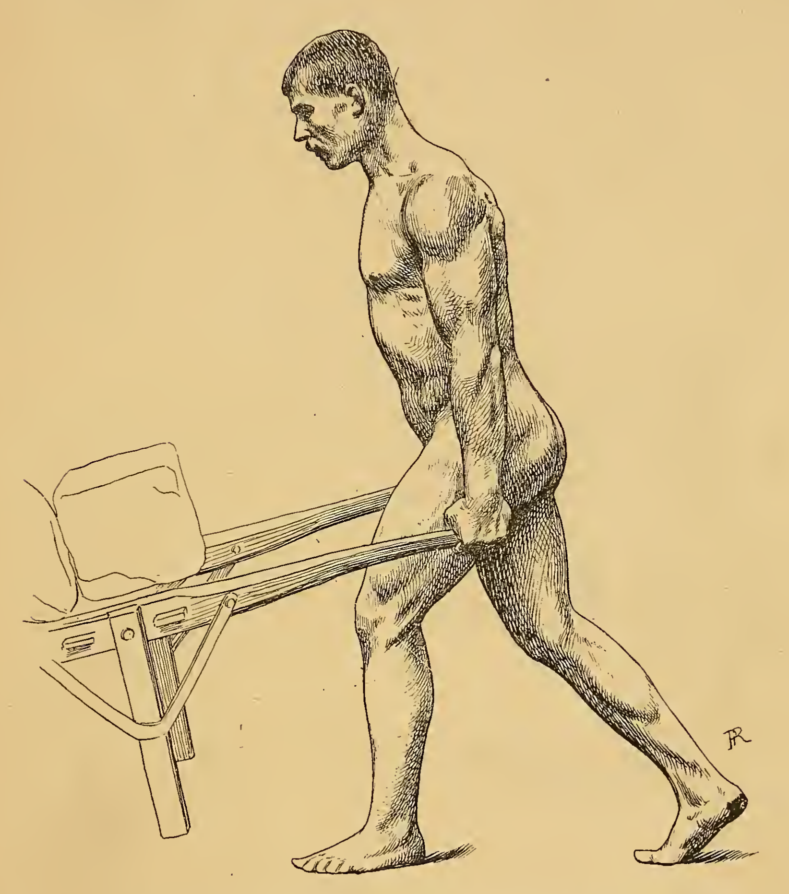


Fig. 97. — Marche en poussant une brouette chargée.
Moment du double appui. (D'après une photographie instantanée de M. A. Londe.)

MARCHE SUR PLAN ASCENDANT

Il y a plus d'une analogie entre la marche sur plan ascendant et la marche en poussant que nous avons étudiée tout à l'heure.

La phase de double appui est également prolongée, le

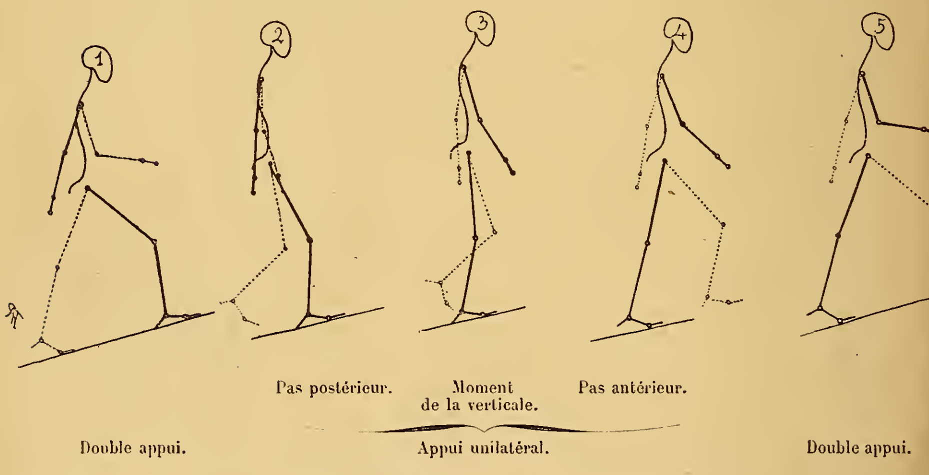


Fig. 98. — Différents temps de la marche sur plan ascendant.

membre oscillant arrive en flexion à l'appui, le pied prend contact avec le sol par la plante, le membre ne se redresse qu'après le moment de la verticale.

L'effort musculaire se voit surtout à la cuisse du membre portant pendant le pas postérieur, et le quadriceps de ce côté

est le principal agent du soulèvement du torse ; on constate en même temps que les muscles postérieurs de la cuisse sont

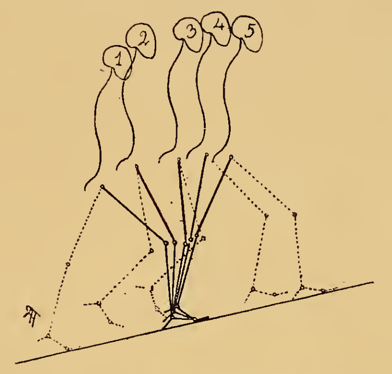


Fig. 99. — Un double pas de la marche sur plan ascendant.

contractés. Leur action doit avoir pour but d'étendre l'articulation de la hanche et de seconder l'action du grand fessier.

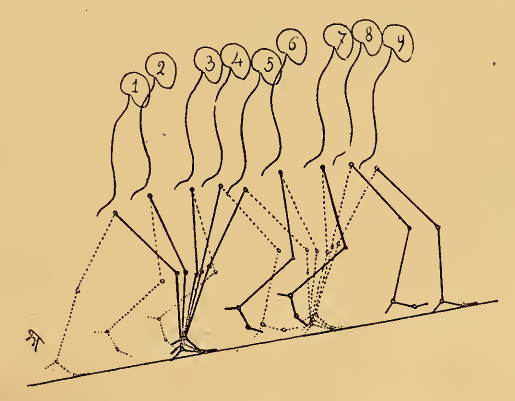


Fig. 100. — Deux doubles pas successifs de la marche sur plan ascendant.

Lors du pas antérieur, l'effort musculaire se déplace et se produit, sur le même membre, au mollet dont le muscle soulevant le talon sert également d'agent de propulsion en haut et en avant.

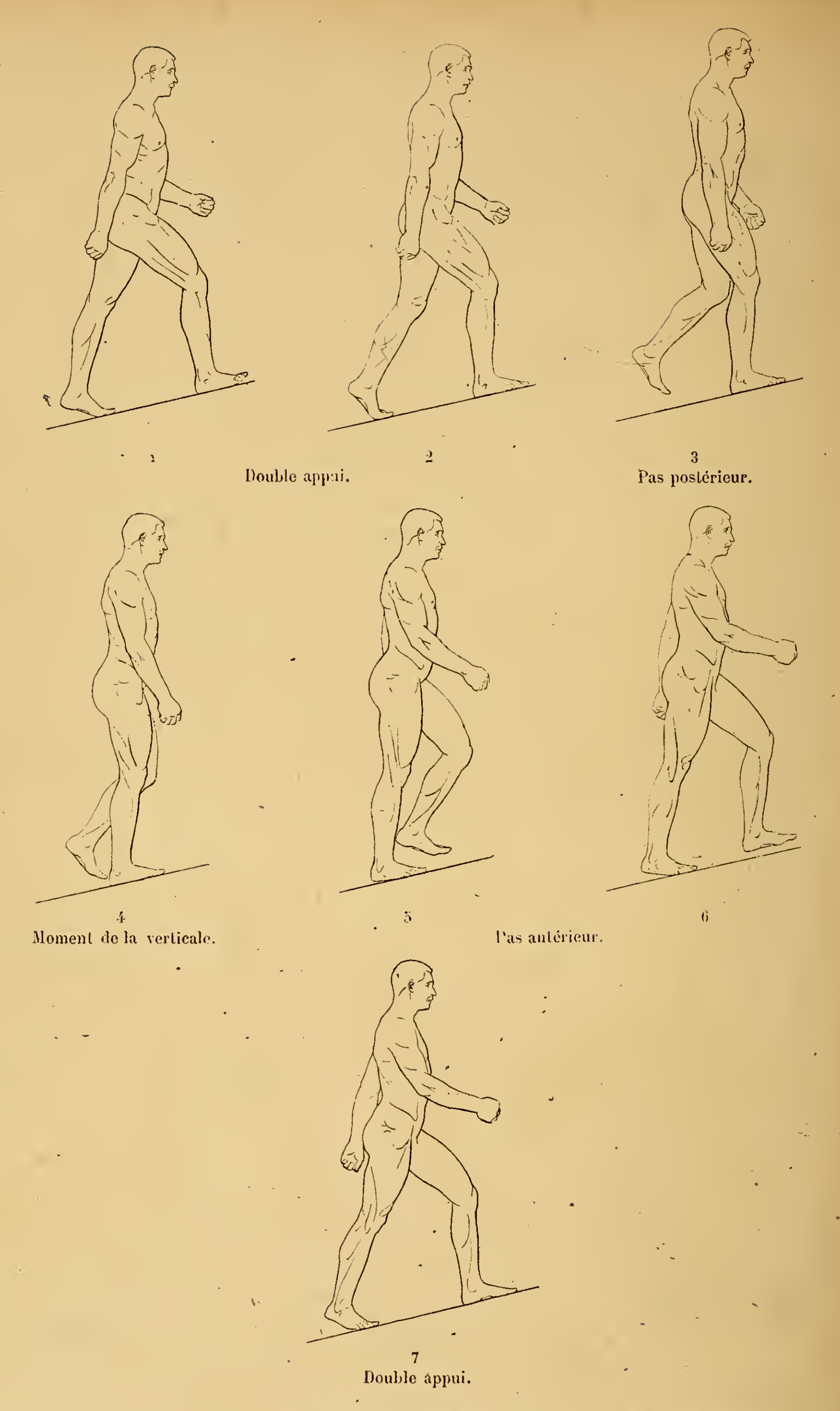


Fig. 101. — Figures demi-schématiques de sept positions successives d'un double pas de la marche sur plan ascendant.

J'insiste sur la prolongation de la phase du double appui.

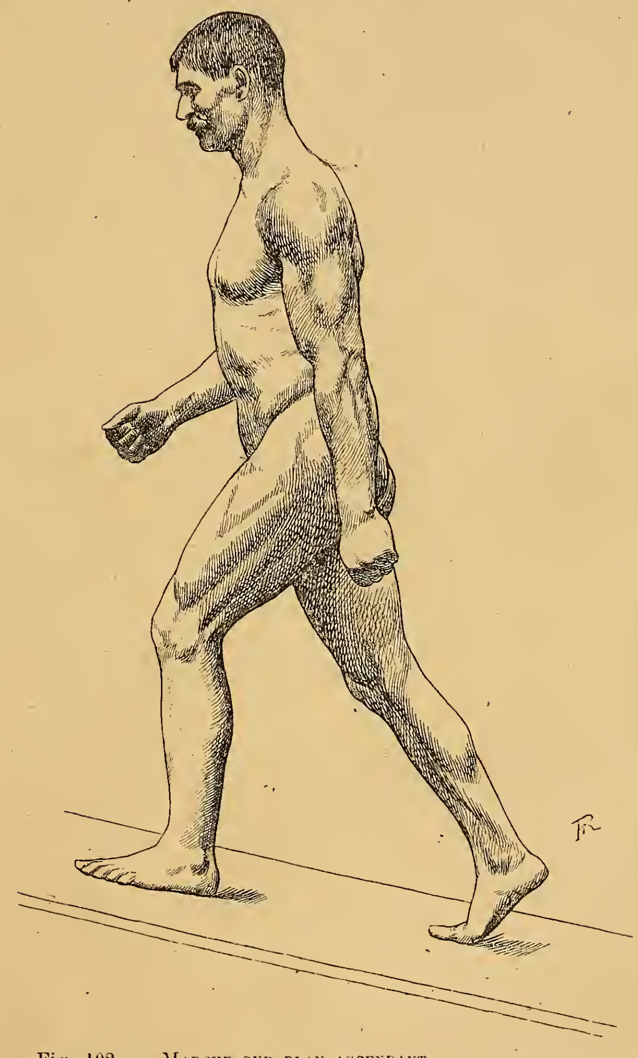


Fig. 102. — Marche sur plan ascendant.
Moment du double appui. (D'après une photographie instantanée de M. A. Londe.)

Ce qui fait que, dans ce cas, il existe un moment relativement assez long pendant lequel, un pied portant à pleine

plante sur le sol, l'autre pied se soulève sur la pointe progressivement, tandis que, dans la marche sur plan horizontal, un semblable moment est fort court et ne se montre que tout à fait à la fin de la période de double appui.

Le torse ne subit point l'inclinaison en avant que l'on observe dans la marche en poussant, mais il éprouve dans le sens antéro-postérieur des oscillations bien plus marquées que dans la marche sur un plan horizontal et dont le maximum d'amplitude est en avant.

MARCHE SUR PLAN DESCENDANT

Nous ne trouvons guère ici que des contrastes avec les dernières marches que nous venons d'étudier.

En effet, le membre oscillant arrive à l'appui en exten-

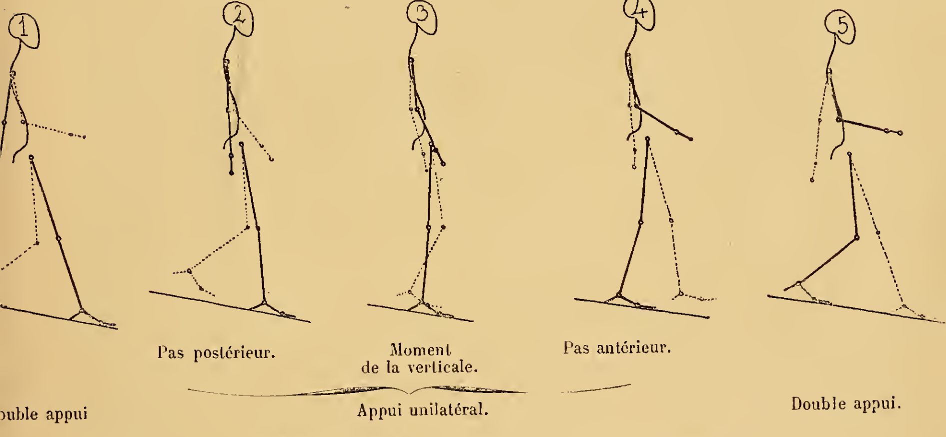


Fig. 103. — DIFFÉRENTS TEMPS DE LA MARCHE SUR PLAN DESCENDANT.

sion complète, et le pied rencontre le sol par le talon. A peine le pied a-t-il pris contact avec le sol dans toute son étendue, que l'autre pied s'en détache par la pointe. En résumé, le mouvement des pieds ne diffère guère de ce qu'il est dans la marche sur un plan horizontal. Ils roulent sur le sol du talon à la pointe.

Le membre portant se fléchit légèrement aussitôt que le contact avec le sol est bien assuré, et la contraction du qua-

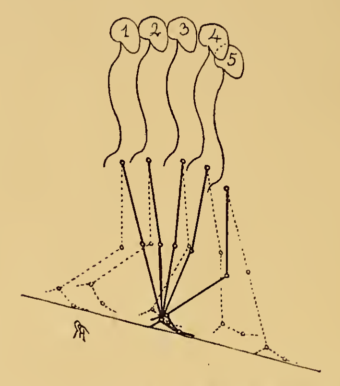


Fig. 104. — Un double pas sur plan descendant.

driceps se montre alors comme dans le pas sur plan horizontal, mais avec plus d'énergie. Il est vrai qu'à ce moment

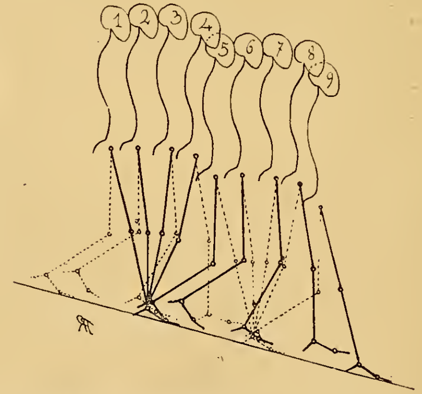


Fig. 105. — Deux doubles pas successifs de la marche sur plan descendant.

le membre portant soutient non seulement le poids du corps, mais ce même poids animé d'une certaine vitesse de chute, conséquence de l'inclinaison du plan de marche. Pendant tout le pas postérieur, le membre portant reste

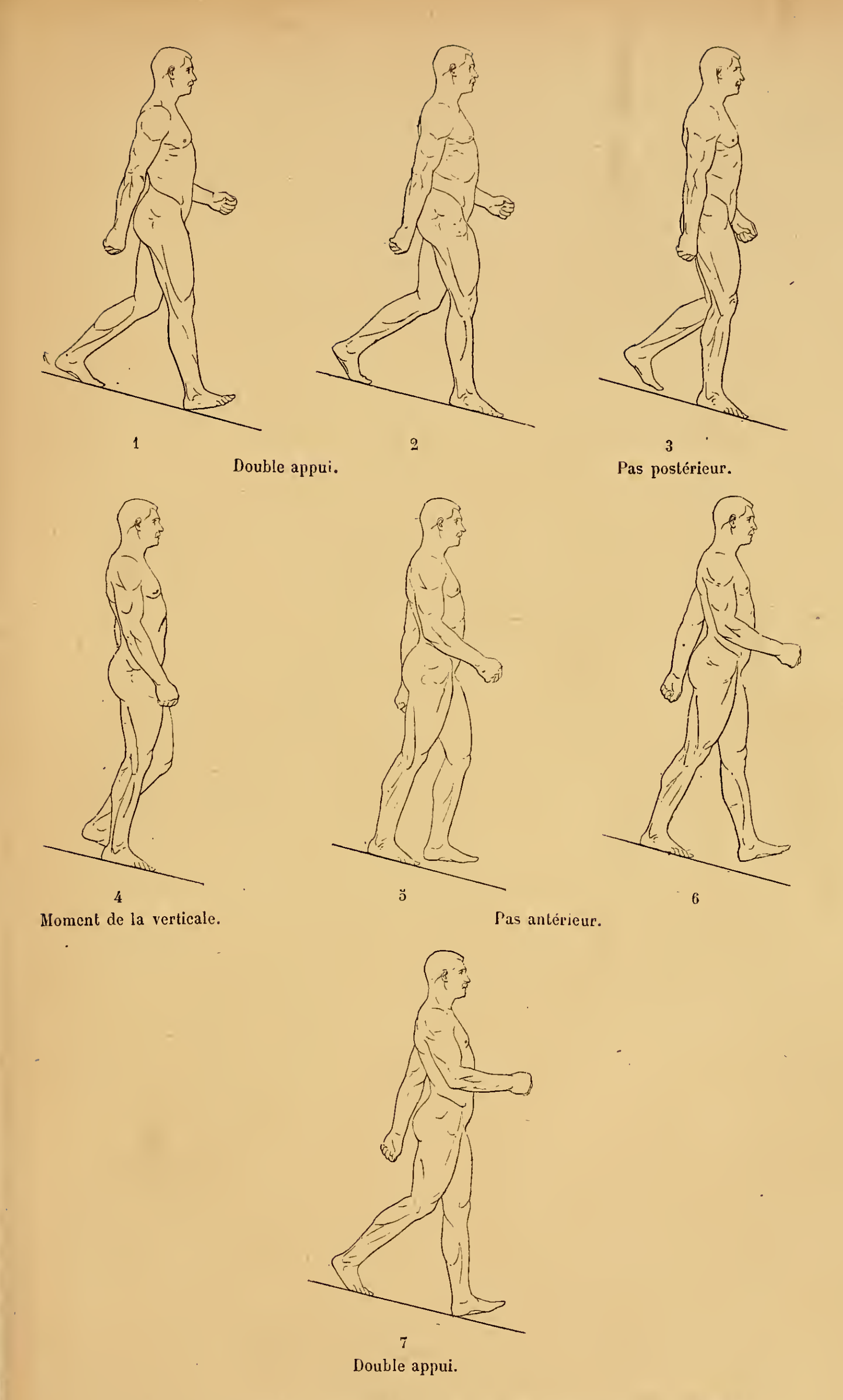


Fig. 106. — Figures demi-schématiques de sept positions successives d'un double pas de la marche sur plan descendant.

légèrement fléchi; il ne se redresse, — et encore pas com-



Fig. 107. — Marche sur plan descendant.
Moment du double appui. (D'après une photographie instantanée de M. A. Londe.)

plètement — qu'à la fin du pas antérieur. Sa flexion augmente au moment du double appui.

Le membre oscillant est fléchi à des degrés divers tout le temps que dure sa translation dans l'espace. Il s'étend tout à la fin avant de revenir à l'appui.

Il résulte de ce qui précède que, dans la montée comme dans la descente, c'est le quadriceps qui accomplit une bonne part du travail : travail d'ascension comparable à celui d'un moteur mécanique dans la montée, travail de retenue comparable à celui d'un frein mécanique dans la descente.

MONTÉE D'UN ESCALIER

Cette variété de marche ascendante présente naturellement d'assez grandes analogies avec la marche sur plan ascendant. Là aussi, l'agent principal de l'ascension est le

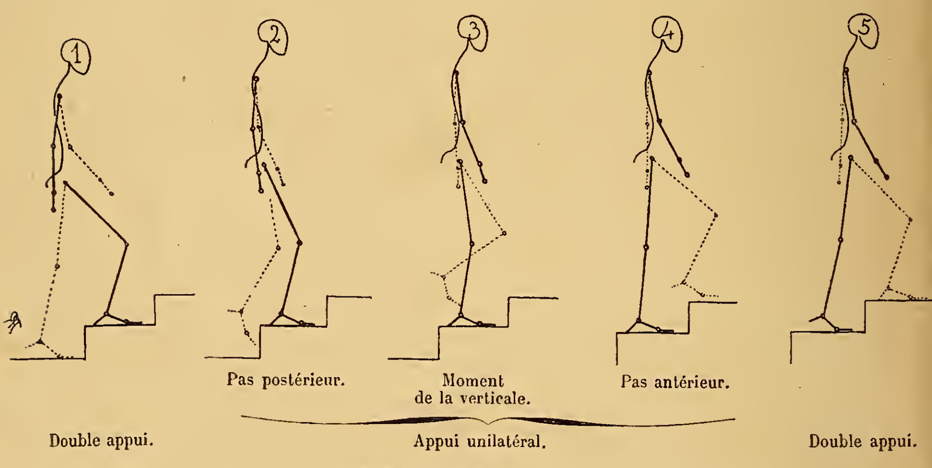


Fig. 108. — Différents temps de la montée d'un escalier.

quadriceps du membre portant qui travaille tout le temps du pas postérieur. Le pied arrive au contact de la marche par toute la plante à la fois. La phase de double appui est prolongée, et, pendant un temps fort appréciable, les deux pieds reposent en entier sur deux degrés successifs. Je n'in-

sisterai pas sur les mouvements des deux membres inférieurs, il suffira au lecteur de jeter un coup d'œil sur les figures qui suivent pour être complètement édifié.

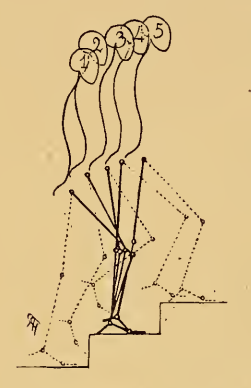


Fig. 109. — Un double pas de la montée d'un escalier.

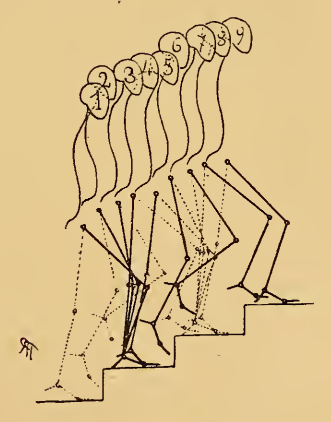


Fig. 110. — Deux doubles pas successifs de la montée d'un escalier.

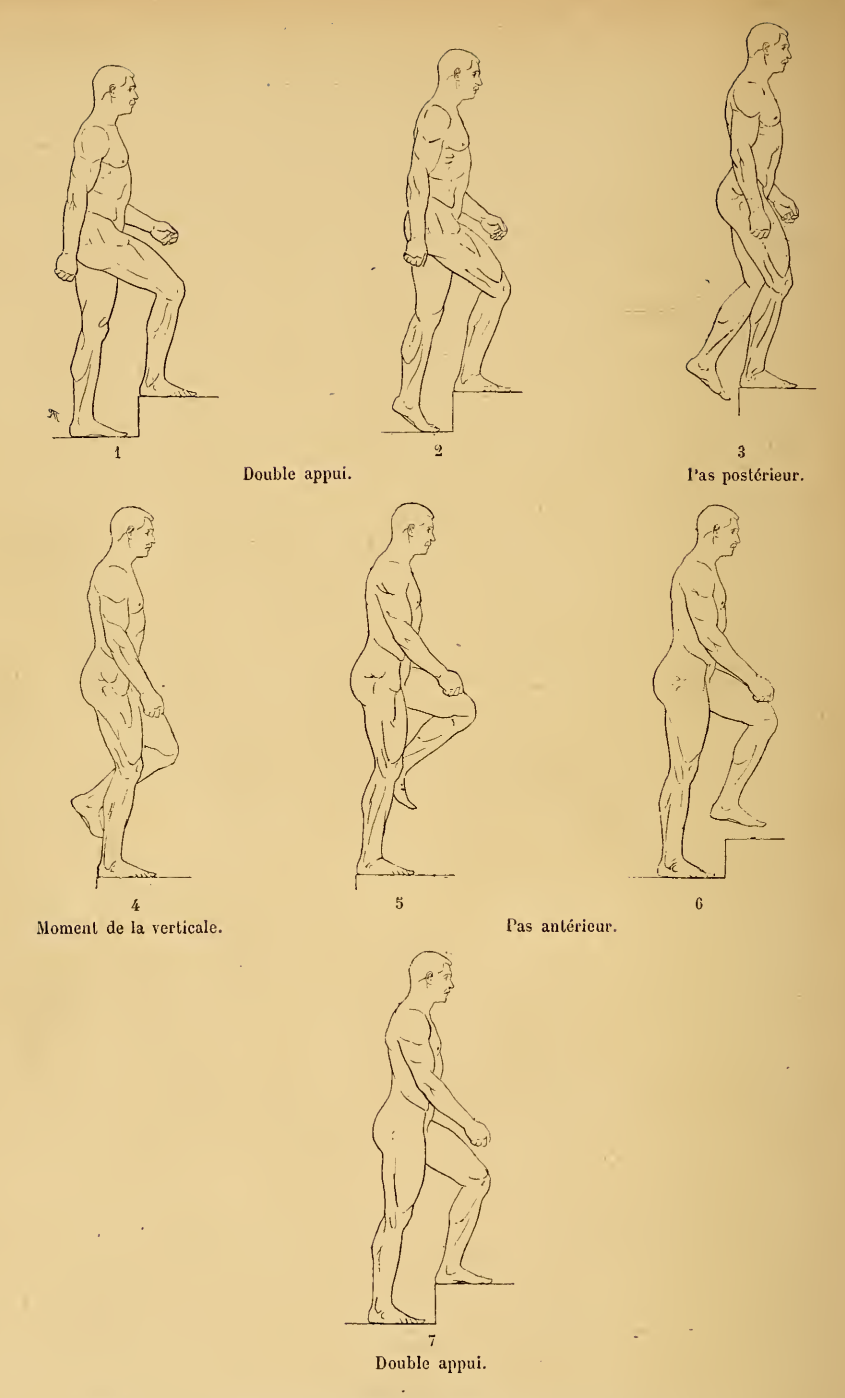


Fig. 111. — Figures demi-schématiques de sept positions successives d'un double pas de la montée d'un escalier.



Fig. 112. — Montée d'un escalier.
Moment du double appui. (D'après une photographie instantanée de M. A. Londe.)

DESCENTE D'UN ESCALIER

Je pense inutile de décrire en détails les mouvements des membres inférieurs lors de la descente d'un escalier, ce que représentent les figures ci-contre qui valent mieux, je

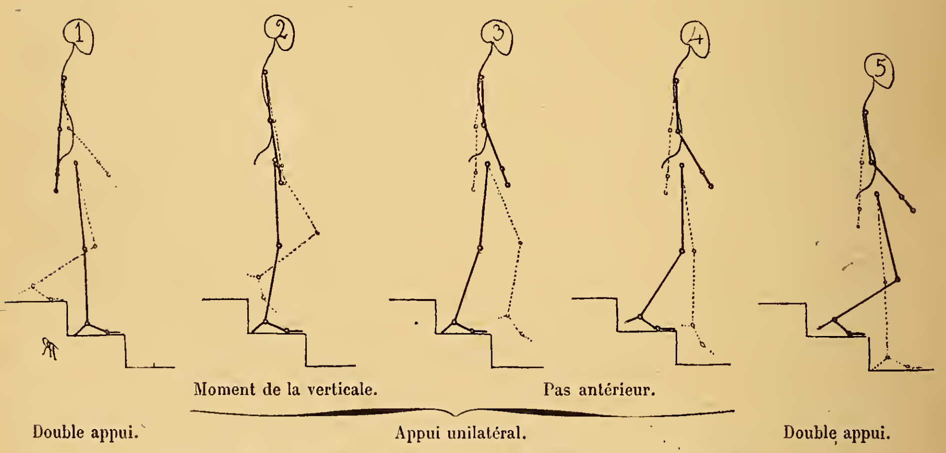


Fig. 113. — Différents temps de la descente d'un escalier.

pense, qu'une longue description. Ils offrent de grandes analogies avec ce qui se passe dans la descente d'un plan incliné, et le lecteur qui voudra comparer tous les dessins de la page 300 avec ceux qui portent le même numéro des

pages précédentes, saisira de suite les analogues et les différences intéressantes à noter.

Telles sont les principales variétés de la marche en tant

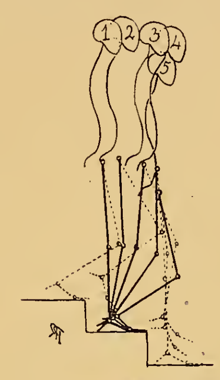


Fig. 114. — Un double pas de la descente d'un escalier.

que simple moyen de transport d'un lieu à un autre ; mais il est d'autres variétés d'un tout autre genre qui consistent

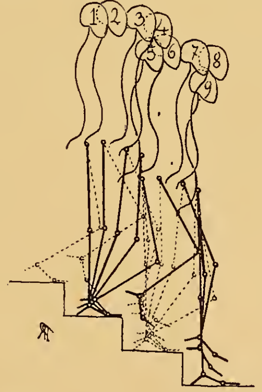
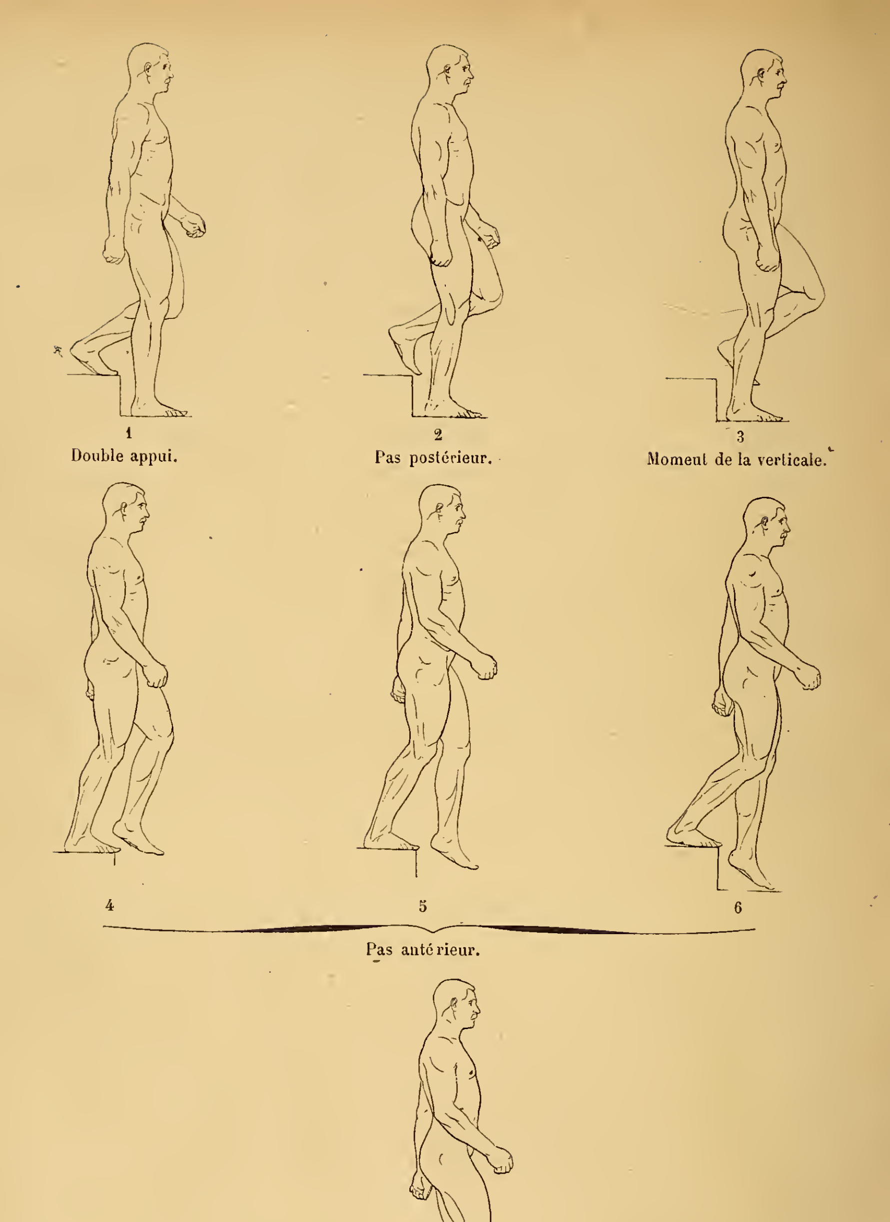


Fig. 115. — Deux doubles pas successifs de la descente d'un escalier

dans l'adjonction de phénomènes expressifs surajoutés au procédé de locomotion. En un mot, il y a des marches expressives ou autrement dit des démarches, et, ainsi que je



7
Double appui.

Fig. 116. — Figures demi-schématiques de sept positions successives d'un double pas de la descente d'un escalier.

l'ai déjà dit, ce sont celles-ci que les artistes représentent



Fig. 117. — Descente d'un escalier.
Moment du double appui. (D'après une photographie instantanée de M. A. Londe.)

le plus souvent. En effet, il est bien rare qu'un artiste

figure dans une œuvre d'art un homme qui marche sans autre mobile que celui de marcher, un marcheur, par exemple, comme celui que nous avons fait passer devant notre objectif dans un simple but d'étude scientifique.

L'homme qui marche dans les œuvres d'art poursuit en même temps un autre but. Il marche pour arriver quelque part, pour exécuter une action et, suivant la nature de cette action, les caractères de la démarche changeront. D'autres fois, ce marcheur exécute en même temps un acte quelconque, il cause, il rit, il se penche de côté ou d'autre, il lance une flèche, etc., etc... Et naturellement cet acte imprimera un caractère particulier à la démarche. Enfin, la marche peut refléter l'état d'âme du marcheur, et suivant qu'il est pris de lassitude, d'enthousiasme, de tristesse ou de joie, d'humilité ou d'orgueil, etc., etc... sa démarche revêtira des caractères spéciaux.

Je n'ai pas ici à entrer dans l'exposé de toutes ces sortes de marches expressives dont l'étude d'ailleurs ne pourrait être faite avec fruit qu'après celle des passions elles-mêmes qu'elles reflètent et de leurs moyens d'expression.

Je me contenterai d'en citer un ou deux exemples pour montrer comment le type normal de la marche que nous venons d'étudier peut être altéré.

Prenons d'abord un type de démarche guerrière, une démarche pleine d'enthousiasme. C'est un guerrier antique au retour d'une victoire, ou bien, dans des sphères moins élevées, c'est un homme du peuple chantant la *Marseillaise*.

Notre modèle a exécuté devant notre objectif cette dernière démarche, et, sur la série des photographies, nous relevons des caractères fort intéressants. Le corps se penche

en avant, les bras s'agitent de diverses manières et la tête



Fig. 118. — Démarche enthousiaste.
Moment du double appui. (D'après une photographie instantanée de M. A. Londe.)

revêt une expression de circonstance. Mais le plus curieux à considérer, ce sont les mouvements des jambes. La lon-

gueur du pas est exagérée. Et la jambe oscillante projetée en avant arrive en flexion sur le sol, au lieu de se trouver à ce moment dans l'extension complète comme dans la marche ordinaire. En résumé, dans le pas postérieur les



Fig. 119. — Démarche sournoise.
Moment du double appui. (D'après une photographie de M. A. Londe.)

deux membres sont en flexion. Dans le pas antérieur, le membre portant seul est en extension.

La figure 118 représente la fin du double appui, au moment où va commencer le pas postérieur. Il suffit de la comparer à la figure 87 pour saisir les différences qui existent avec la marche ordinaire.

Prenons maintenant un autre exemple : la démarche

sournoise, cauteleuse. C'est un traître qui s'avance le poignard à la main pour surprendre sa victime.

Dans cette démarche, le corps est incliné en avant, et les deux membres inférieurs se montrent dans une flexion encore plus prononcée que tout à l'heure. L'extension ne survient que sur la jambe portante seulement, et tout à la fin du pas antérieur. Le membre oscillant arrive fléchi sur le sol (fig. 119).

On trouvera dans ces démarches quelques analogies avec les marches en poussant et en tirant que nous avons étudiées, sauf bien entendu l'inclinaison de tout le corps hors d'aplomb.

Il est une sorte de marche dans laquelle tous ces caractères se retrouvent, y compris le défaut d'aplomb du corps. C'est la marche contre un vent violent. La chose est d'ailleurs facile à comprendre puisque, dans ce cas, la marche ne s'exécute qu'au prix d'efforts contre l'obstacle qu'apporte le vent, et c'est en résumé une véritable marche en poussant dont l'obstacle, pour être invisible, n'en n'est pas moins réel.

Il nous semble que ces quelques considérations peuvent aider les artistes dans la représentation de la marche, non pas que nous ayons la prétention de leur donner des règles fixes auxquelles ils aient à se conformer. Mais nous pensons qu'ils ne peuvent que gagner à bien connaître la marche dans son type le plus simple, dépouillé de tout élément étranger, afin de mieux saisir, d'après les quelques exemples que nous avons donnés, comment ce type peut se modifier suivant les circonstances et suivant les éléments expressifs qui peuvent y être surajoutés.

II

LA COURSE

La course, comme la marche, est un mode de progression dans lequel le corps est alternativement soutenu par l'un des membres inférieurs dont les appuis se succèdent à intervalles égaux. Mais elle en diffère en ce que les phases d'appui unilatéral n'empiètent pas l'une sur l'autre et qu'elles sont, au contraire, séparées par un intervalle pendant lequel le corps est complètement suspendu en l'air. Il n'y a pas dans la course de phase de double appui.

Comme pour la marche, nous étudierons successivement :

Les mouvements ;

La contraction musculaire ;

Et les formes extérieures.

ÉTUDE DES MOUVEMENTS

Comme je l'ai déjà dit, les pieds viennent alternativement en contact avec le sol à des moments égaux, séparés eux-

mêmes par des intervalles pendant lesquels le corps est suspendu dans l'espace.

Il y a donc lieu de distinguer dans la course deux phases qui se succèdent régulièrement : la phase d'appui unilatéral et la phase de suspension, chaque phase d'appui unilatéral étant alternativement droite et gauche.

MOUVEMENTS DES PIEDS

Le pied arrive à l'appui, non plus comme dans la marche par le talon, mais par la plante même. Cette assertion nous paraît suffisamment proche de la vérité pour être admise. En effet, on voit sur les photographies instantanées que le pied, au moment où il va toucher le sol, se présente non plus la pointe en l'air, mais son grand axe parallèle au sol ou bien très légèrement incliné en bas du côté du talon, les doigts se trouvant légèrement relevés, de telle sorte que si l'on admet que le pied frappe le sol par le talon en premier lieu, le reste de la plante suit si rapidement, que le contact du pied dans toute son étendue avec le sol peut être considéré comme instantané. Il résulte de ce qui précède que dans la course, pas plus que dans la marche, le pied ne touche le sol par la pointe.

Une fois appuyé sur le terrain, le pied s'y déroule de la même manière que dans la marche. C'est le talon qui se lève le premier et le gros orteil qui quitte le dernier le contact avec le sol. Pendant la phase de suspension, le pied d'abord étendu sur la jambe (la pointe en bas) revient peu

à peu à la position intermédiaire entre la flexion dorsale et l'extension plantaire et ne la dépasse guère.

MOUVEMENTS DES MEMBRES INFÉRIEURS

Nous avons vu que, dans la marche, la jambe portante arrive au sol en extension et que l'extension se reproduit à un autre moment de la phase d'appui. *Dans la course, à aucun moment le membre inférieur n'est en extension.* Il y a toujours flexion, mais à des degrés divers.

Au moment où le pied touche le sol, la jambe est fléchie ; elle se redresse légèrement lorsqu'elle passe aux environs de la verticale pour se fléchir davantage au moment où, par une sorte de détente, elle pousse le corps en avant, immédiatement avant de quitter le sol.

Lorsque le pied quitte le sol, le membre est voisin de l'extension. Mais aussitôt la flexion augmente au point que les deux segments, cuisse et jambe, forment un angle aigu au moment où ce membre croise la direction du membre portant. A partir de ce moment, la flexion décroît, le membre s'allongeant de plus en plus avant de reprendre contact avec le sol et de commencer un nouvel appui.

Avec la rapidité de la course, augmente la durée des phases de suspension et diminue celle des phases d'appui. Le pied pose à peine à terre, juste le temps de donner au corps l'impulsion.

MOUVEMENTS DU TORSE

Comme dans la marche, le torse subit, en outre du mouvement de translation, des oscillations verticales et horizontales.

D'après M. Marey, les oscillations verticales se produisent au moment de l'appui, de telle sorte que les minima de la courbe sinueuse que décrit un point du corps, le vertex ou le pubis, correspondent à la phase de suspension. D'où il suit, dit-il, que « le temps de suspension ne tient pas à ce que le corps projeté en l'air, aurait abandonné le sol, mais que les jambes se sont retirées du sol, par l'effet de leur flexion et cela au moment même où le corps était à son maximum d'élévation ».

Nos photographies instantanées contredisent ces résultats.

Nous voyons, au contraire, que le vertex, par exemple, se trouve situé au bas de la courbe au milieu de l'appui, pendant qu'il se maintient plus élevé pendant la phase de suspension.

Les oscillations horizontales existent comme dans la marche et résultent de ce que le centre de gravité se rapproche pendant la phase d'appui du pied qui est à terre.

Ces oscillations verticales et horizontales diminuent d'amplitude avec la rapidité de la course.

Le torse présente, en outre, comme dans la marche, des mouvements de rotation et d'inclinaison. Les plus accen-

tués sont les mouvements d'inclinaison dans le sens antéro-postérieur qui prennent une bien plus grande importance que dans la marche. On peut constater, en effet, que pendant la période d'appui le corps est fortement incliné en avant, tandis qu'il se redresse pendant la suspension.

MOUVEMENTS DES MEMBRES SUPÉRIEURS

Comme dans la marche, ces mouvements consistent en oscillations alternatives et de sens inverse du mouvement des membres inférieurs. Elles n'en diffèrent que par leur amplitude plus considérable et par la flexion plus accentuée du coude. Le membre ne s'étend même jamais complètement, comme il arrive dans la marche, au moment postérieur de l'oscillation.

DU CENTRE DE GRAVITÉ DANS LA COURSE

Dans la course, bien plus encore que dans la marche, le corps est dans un équilibre perpétuellement instable, sans cesse détruit, sans cesse rétabli. Ce n'est que pendant un espace de temps relativement court que la ligne de gravité passe par la base de sustentation, c'est-à-dire par la surface couverte par le pied portant. A ce moment (fig. 120 n° 3), qui correspond au milieu de la phase d'appui, la jambe portante est fléchie légèrement, et l'articulation de la hanche est située verticalement au-dessus du cou-de-

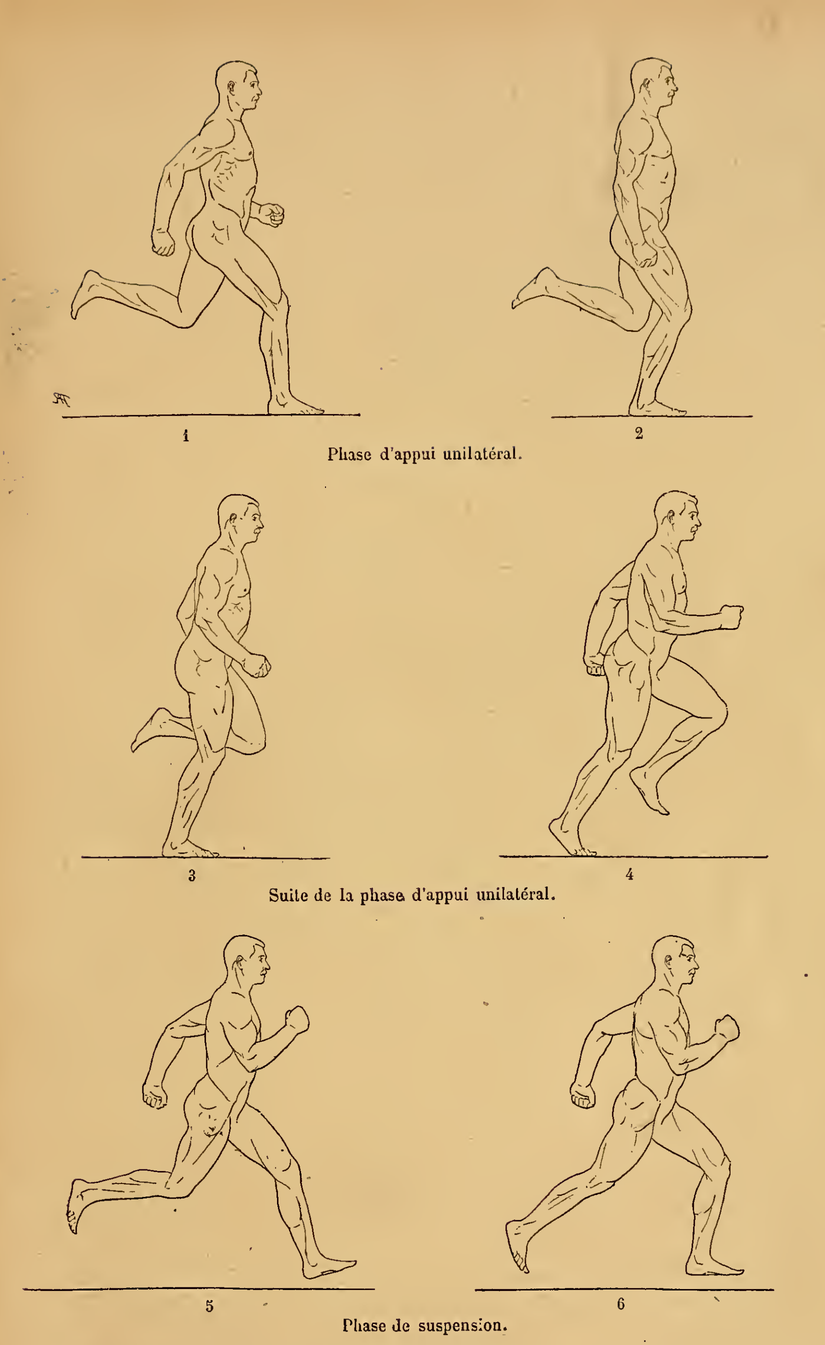


Fig. 120. — Figures demi-schématiques de six positions successives d'un double pas de la course.

pied. Mais le torse est fortement incliné en avant et tend à déplacer le centre de gravité dans ce sens.



Fig. 121. — Course. Début de l'appui unilatéral.
(D'après une photographie instantanée de M. A. Londe.)

Il est important de remarquer qu'à ce moment le membre oscillant très fléchi croise la direction du membre portant.

A aucun autre moment, alors que les deux membres inférieurs sont écartés l'un de l'autre et diversement fléchis (fig. 120, n° 1), la ligne de gravité ne passe pas la base de sustentation, c'est-à-dire par la surface que couvre le pied qui touche le sol.

La course n'offre pas à étudier les variétés d'allures si nombreuses de la marche. Sa rapidité même la contraint à une uniformité et à une régularité de mouvements qui ne laissent guère de place pour les mouvements expressifs surajoutés. Son but est de franchir l'espace, et que l'homme soit mû par des sentiments divers, par la fuite d'un danger ou l'attrait d'un plaisir, les mouvements de la course ne varient pas.

Les mouvements accessoires des bras et de la physionomie seuls varieront.

La course n'offre qu'un seul élément de variété, celui qui consiste dans les différents degrés de sa vitesse.

ACTION MUSCULAIRE. — FORMES EXTÉRIEURES

Lorsque le pied est arrivé au contact avec le sol (fig. 121), le quadriceps se contracte vigoureusement pour empêcher le genou de se fléchir sous le choc. Les muscles de la jambe antérieurs et postérieurs sont également contractés énergiquement pour immobiliser l'articulation tibio-tarsienne et faire du membre tout entier un soutien résistant. Ces contractions persistent pendant que le corps, sous l'influence de la vitesse acquise, continue son mouvement

de translation et que le membre portant toujours fléchi passe par la verticale, puis devient oblique en sens contraire. A ce moment, la contraction du gastrocnémien s'accentue et le talon, dans la seconde partie de la phase de soutien, commence à quitter le sol. Dans cette phase, on n'observe pas le relâchement du quadriceps qui se trouve si accentué, dans la marche, à la phase correspondante. Mais, de même que dans la marche les fléchisseurs de la jambe (muscles postérieurs de la cuisse) entrent dès ce moment en contraction, de même ils forment ici un relief très distinct, et leur contraction se continue pendant la première partie de la phase de suspension pendant laquelle le membre qui vient de quitter le sol, exécute une oscillation absolument comparable à celle qui se passe pendant la marche. Les seules différences consistent dans son amplitude plus considérable et dans la flexion de la jambe qui est beaucoup plus accentuée. Aussi y a-t-il une grande analogie, au point de vue de l'action musculaire et par suite des formes extérieures du membre oscillant, dans les deux cas.

Au début de l'oscillation, en même temps que les fléchisseurs de la jambe, on voit les fléchisseurs de la cuisse sur le bassin entrer en contraction : droit antérieur, couturier, tenseur du fascia lata. Puis la jambe s'étend sous l'influence de la contraction brusque du quadriceps, mais l'extension n'est jamais complète. Elle se trouve limitée par la distension des muscles de la partie postérieure de la cuisse, fléchisseurs de la jambe, que la flexion assez accusée de la cuisse à ce moment place dans un état de distension forcée.

Nous avons vu que, dans la marche, les grands fessiers

jouaient un rôle assez restreint. Il n'en est pas de même dans la course.

Pendant toute la période de suspension, le grand fessier du membre qui est en arrière dessine les formes d'une contraction énergique, pendant que la fesse du côté opposé est distendue et aplatie.

Je n'insiste pas sur l'action musculaire qui préside au balancement des membres supérieurs. Elle est située, suivant le sens du mouvement, en avant ou en arrière de l'épaule.

III

SAUT

Le saut n'est point un mode de progression habituel chez l'homme, il est cependant quelquefois employé, lorsqu'il s'agit, par exemple, de franchir un obstacle.

On distingue le saut en largeur, en hauteur ou en profondeur, le saut de plain-pied ou avec élan, le saut à deux pieds ou à un seul pied.

Nous distinguerons dans l'étude du saut trois phases :

La phase de préparation ;

La phase de suspension { ascension
descente ;

La phase de terminaison.

Ces trois phases se retrouvent dans les diverses espèces de saut.

SAUT DE PIED FERME EN LARGEUR

Période de préparation. — Le corps se penche en avant en se fléchissant dans ses divers segments, pendant que les bras se portent en arrière (fig. 122).

Puis les bras se projettent vivement en avant, les différents segments du corps s'étendent les uns sur les autres avec la brusquerie d'un ressort, et le corps quitte le sol.

Cette période peut être subdivisée en deux phases : la *phase d'ascension* et la *phase de descente.*

Pendant la *phase d'ascension*, le corps tout entier est oblique, les jambes presque étendues et les bras élevés au-dessus de la tête. Saisi à ce moment précis par la photographie instantanée, l'homme semble voler. Puis le corps se ramasse, et au moment où il atteint le niveau maximum de la courbe qu'il décrit, les jambes sont fléchies sous lui et les membres supérieurs également repliés sont ramenés le long du corps.

Enfin la *descente* commence, pendant laquelle les bras se portent en arrière et la jambe en avant.

Période terminale. — Les jambes fléchies et portées en avant arrivent en contact avec le sol par le talon. A ce moment, la ligne de gravité du corps passe bien en arrière

de la base de sustentation, mais la chute est empêchée par la vitesse acquise qui, en vertu de l'inertie, pousse le corps en avant.

Les jambes se fléchissent de plus en plus, en même

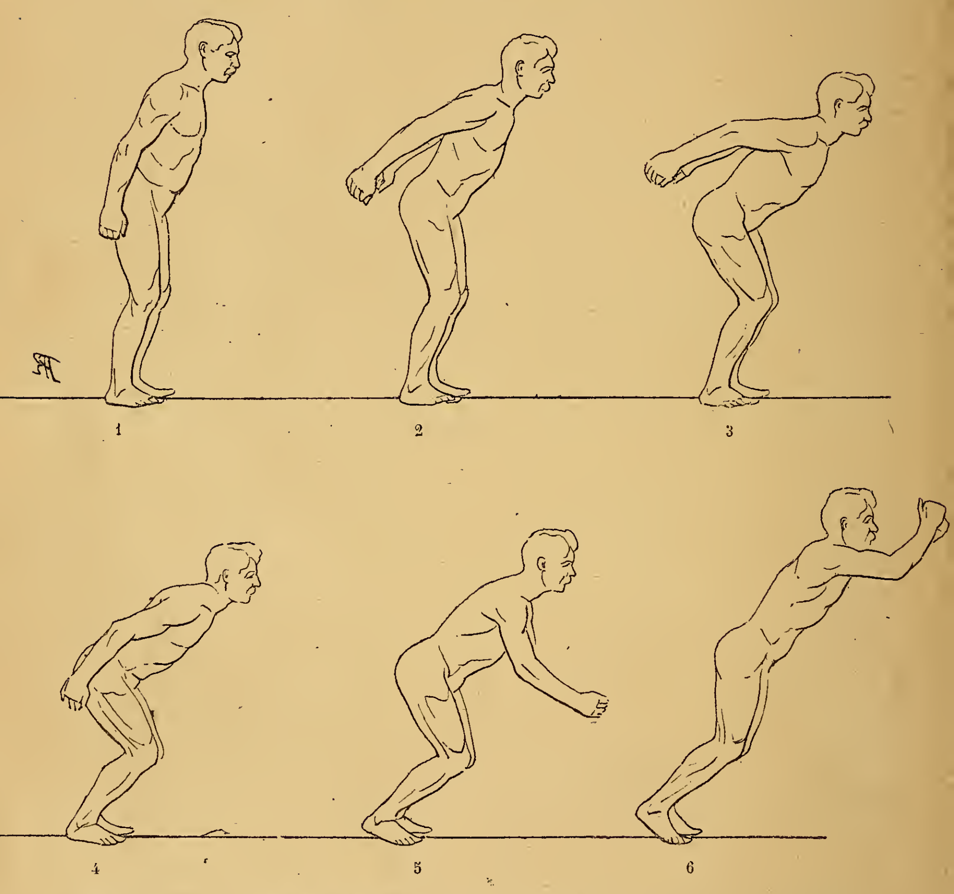


Fig. 122. — Saut de pied ferme en largeur. 1, 2, 3, 4, 5, 6, période de préparation.

temps que le pied touche le sol par toute la plante. Cette flexion n'a d'autre but que d'amortir le choc. Il arrive un moment où le corps est complètement accroupi, puis, la

vitesse acquise étant éteinte et l'équilibre se trouvant ainsi rétabli, le sujet se redresse progressivement.

L'énergie musculaire déployée par le saut revêt, suivant les périodes, deux formes bien différentes.

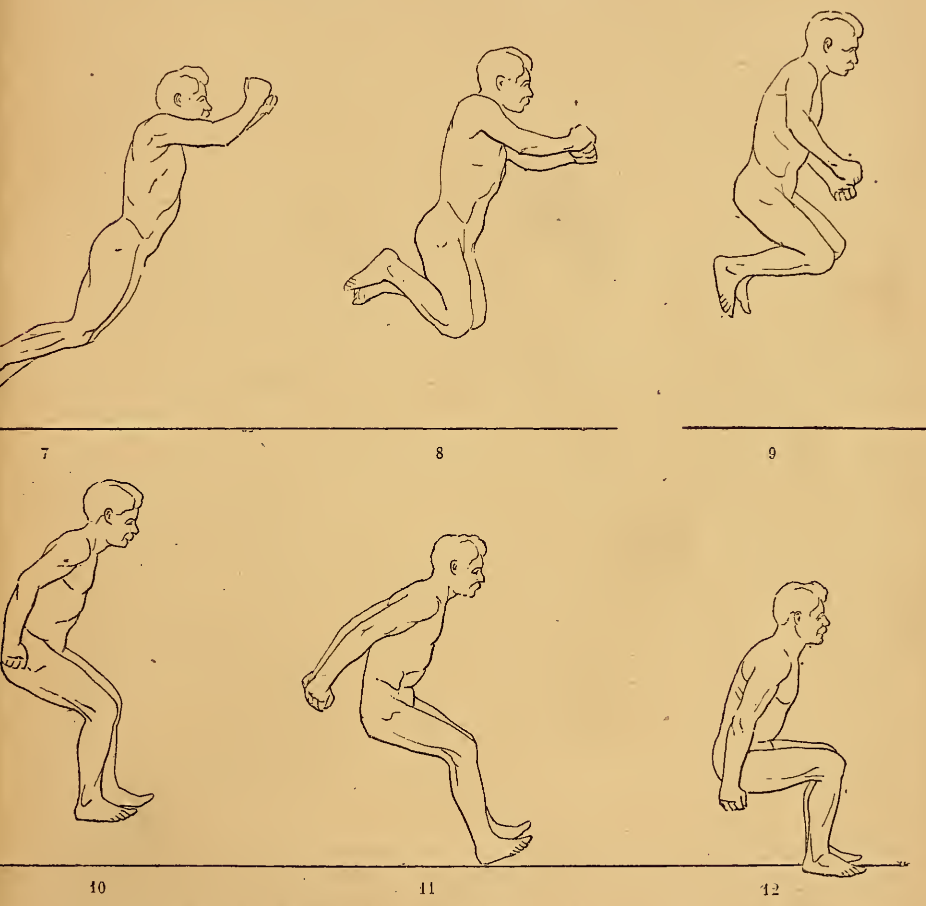


Fig. 123. — Saut de pied ferme en largeur (suite). 7, 8, 9, période de suspension. 10, 11, fin de la période de suspension; 12, période terminale inachevée. (D'après une série de 12 épreuves chronophotographiques de M. A. Londe.)

La phase de préparation a pour effet de tendre les muscles extenseurs des divers segments du membre inférieur,

triceps du mollet et quadriceps de la cuisse, c'est-à-dire de les placer dans la situation la plus favorable à une contraction énergique. Puis, cette contraction se produisant brusquement, le corps est lancé dans l'espace.

A la fin du saut, ce sont bien encore les mêmes muscles qui se contractent, mais leur contraction n'a plus pour but de produire un travail mécanique, elle n'a d'autre effet que d'amortir le choc, de résister à l'effort de la pesanteur augmenté par la vitesse acquise. Dans le premier cas, c'est une contraction dynamique, le muscle fait l'office d'un moteur. Dans le second cas, le muscle remplit le rôle d'un frein et c'est cette contraction que nous désignons sous le nom de contraction frénatrice (voyez p. 81).

SAUT EN LARGEUR AVEC ÉLAN

Ce saut est précédé d'un moment de course destiné à imprimer à tout le corps une certaine vitesse de translation qui s'ajoute à celle que lui imprime la détente musculaire au moment où le pied quitte le sol. Aussi l'espace franchi de cette façon est-il bien plus considérable que celui que couvre le saut de pied ferme.

Le saut une fois affectué, la vitesse dont le corps est encore animé est trop grande pour s'éteindre sur place, et l'homme lancé en avant par l'impulsion acquise est encore obligé de parcourir quelques mètres à une allure qu'il ralentit progressivement.

Période de préparation. — La période de préparation est représentée ici par la course préalable.

La propulsion qui lance le corps dans l'espace est donnée par une seule jambe. Aussi la courbe que décrit le corps est-elle généralement moins haute que celle du saut de pied ferme dans lequel les deux jambes donnent l'impulsion. Mais si la courbe est moins haute, elle est beaucoup plus longue en raison de la vitesse imprimée au corps par l'élan.

Si le saut s'effectue avec tremplin, cet accessoire, par son élasticité propre, ajoute à la force de propulsion dans

le sens de la hauteur, et le corps décrit dans l'espace une trajectoire beaucoup plus élevée.

Période de suspension. — Dans la première partie (ascension), les deux membres inférieurs sont désunis et fléchis. Cette flexion augmente en même temps que les bras se portent en arrière. Le corps atteint rapidement le sommet de la courbe qu'il doit décrire ; et la dernière phase de la suspension ou descente est de beaucoup plus longue que la première. Pendant sa durée, les bras restent toujours fortement ramenés en arrière, tandis que les jambes se réunissant passent en avant du corps en s'étendant progressivement, de telle manière qu'au moment où les pieds touchent le sol par le talon, les membres inférieurs ne sont pas éloignés de l'extension sans l'atteindre toutefois.

Période terminale. — A ce moment où commence la phase de terminaison, la ligne de gravité du corps passe de beaucoup en arrière de la base de sustentation.

Les phénomènes qui suivent ressemblent beaucoup à ce qui se passe dans le saut de pied ferme. Les jambes se fléchissent à nouveau pour amortir le choc, en même temps que sous l'impulsion acquise le corps vient en avant. Mais ici, comme je l'ai déjà dit, cette impulsion est trop forte pour s'éteindre sur place, et la phase de terminaison s'achève par quelques pas de course de moins en moins rapides.

SAUT EN HAUTEUR

Ce saut comporte une *phase de préparation* qui ressemble beaucoup à celle du saut de pied ferme en largeur.

L'effort est calculé de manière à imprimer à tout le corps un mouvement ascensionnel plutôt qu'un mouvement de translation. Les membres inférieurs se fléchissent dans leurs divers segments, puis s'étendent brusquement pour lancer le corps en haut, pendant que les bras, d'abord rejetés en arrière, violemment projetés en haut, entraînent également le corps dans cette direction.

Période de suspension. — Au début de cette phase, les jambes sont en extension complète et les bras s'élèvent au-dessus de la tête ; tout le corps est légèrement incliné en avant. Puis les membres inférieurs se fléchissent rapidement, pendant que les bras s'abaissent.

Au moment où il va atteindre le but, le corps tout entier est complètement ramassé sur lui-même, les pieds un peu au-dessus du niveau du plan qu'ils vont aborder tout à l'heure par la plante entière.

Période terminale. — Au moment où les pieds touchent le sommet de l'obstacle, le corps lui-même est encore en

arrière et sa ligne de gravité tombe bien en dehors de la base de sustentation. Mais, comme dans les sauts précédents, l'impulsion acquise ramène le corps dans la verticale.

Il n'y a point ici de choc à amortir puisque la descente a été presque nulle, et les membres inférieurs se redressent progressivement.

Le saut en hauteur peut s'exécuter aussi avec élan. Comme le saut en largeur avec élan, il est alors précédé d'une course préparatoire. L'impulsion est donnée par un seul pied. Le membre inférieur de l'autre côté est fléchi et porté en haut et en avant. Il touche le premier le sommet de l'obstacle, et ce n'est qu'ensuite que l'autre membre inférieur vient le rejoindre.

SAUT EN PROFONDEUR

Ce saut diffère des précédents en ce que la force de propulsion est minime et que presque toute la dépense musculaire se produit à la fin du mouvement ; elle est employée à retenir le poids du corps et à éteindre la vitesse qui lui a été imprimée par la pesanteur.

La *période de préparation* consiste toujours dans la flexion des membres inférieurs et dans le port des bras en arrière. Puis tout le corps se penche en avant. Il n'y a point d'extension brusque des membres inférieurs puisque le corps n'a pas besoin d'être poussé en haut. Les pieds seuls s'étendent un peu pour détacher le corps du plan sur lequel il reposait et le lancer dans l'espace.

Période de suspension. — Un saut en profondeur est toujours aussi un saut en largeur. Le corps dans sa chute décrit donc une certaine courbe. Ce qui distingue cette période de suspension, c'est que les membres inférieurs, d'abord fléchis, s'étendent progressivement au point d'être dans un état d'extension presque complète dans tous leurs segments au moment où ils vont toucher le sol.

Période terminale. — C'est là que se concentre l'effort musculaire, et cet effort sera tout de modération et de retenue. Il fera l'office du frein qui arrête la machine industrielle au milieu de son mouvement. Tout est parfaitement disposé à cet effet. Comme je viens de le dire, le membre inférieur est en extension presque complète, et la pointe du pied abaissée rencontre le sol la première. Survient alors, sous la seule influence du choc, la flexion de tous les segments du membre, pied, jambe et cuisse, et c'est pendant cette flexion que les extenseurs puissants, gastrocnémien, quadriceps et fessiers, se contractent énergiquement, non pour l'empêcher complètement, mais pour la ralentir et, par leur effort, contre-balancer celui de la pesanteur et l'annihiler progressivement. Lorsque ce résultat est obtenu, le corps se redresse sous l'action des mêmes muscles et l'homme reprend son aplomb.

TABLE DES MATIÈRES

I. — PHYSIOLOGIE DU MOUVEMENT

II. — DE LA FORME DU CORPS EN MOUVEMENT

III. — MORPHOLOGIE DE QUELQUES MUSCLES EN ACTION

IV. — STATION

V. — LOCOMOTION

TABLE DES FIGURES

PLANCHES

PLANCHE I

Les figures de la planche I sont extraites de plusieurs séries chronophotographiques représentant les mouvements alternatifs de flexion et d'extension de l'avant-bras sur le bras dans les conditions variées suivantes : dans la série à laquelle sont empruntées les figures 1 et 2, le mouvement s'exécute avec modération sans lenteur, tandis que dans la série des figures 5 et 6 le mouvement s'exécute avec la plus grande rapidité possible. Dans la série des figures 3 et 4 le même mouvement se produit avec la même modération que dans les figures 1 et 2, mais avec un poids dans la main.

Chaque série se compose de 12 épreuves successives prises à des intervalles de temps égaux et rapprochés. Chacune des épreuves que nous donnons ici porte son numéro d'ordre gravé sur le cliché lui-même. Les épreuves choisies sont celles sur lesquelles les deux segments du membre se rapprochent le plus de l'angle droit. Des deux prises dans chaque série l'une se rapporte au mouvement de flexion, l'autre au mouvement d'extension. Dans l'une le membre se ferme, dans l'autre il s'ouvre.

On peut remarquer que, dans le mouvement lent, les deux images offrent un modelé identique si bien que, n'était leur place dans la série, il serait impossible de dire, par la seule inspection des formes, sur laquelle le membre s'étend et sur laquelle il se fléchit.

Les mêmes ressemblances se retrouvent sur le membre dont la main est chargée d'un poids. On observe cependant une légère différence dans l'accentuation des formes entre les deux images 3 et 4.

Il n'en est pas de même sur les figures 5 et 6 qui appartiennent à la série du mouvement rapide. Il y a opposition complète entre les deux figures si bien qu'il est très facile de reconnaître sur l'une la flexion, sur l'autre l'extension. En effet, sur l'image de la flexion, les indices de la contraction sont manifestes dans la région des muscles fléchisseurs (biceps, long supinateur...), tandis que, sur l'image de l'extension, la contraction a quitté les fléchisseurs pour passer aux extenseurs (triceps brachial). La chose paraîtra toute naturelle et logique — dans la flexion contraction aux fléchisseurs, dans l'extension contraction aux extenseurs. — Et cependant il n'en est pas ainsi dans les deux séries qui précèdent. La raison de tous ces phénomènes est donnée avec détails page 78 et suivantes.



1. Flexion.



2. Extension.

Mouvement lent.



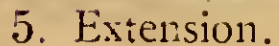
3. Flexion.



4. Extension.

Mouv[t] avec poids dans la main.





5. Extension.



6. Flexion.

Mouvement rapide.

Mouvements de flexion et d'extension de l'avant-bras sur le bras. — *(Cliché A. Londe).*

O. Doin, éditeur, Paris. — Imp. Berthaud.

PLANCHE II

Comme dans la planche qui précède, les figures de la planche II sont consacrées à l'étude des mouvements de flexion et d'extension de l'avant-bras sur les bras. 1 et 2 sont extraites d'une série chronophotographique représentant le mouvement s'exécutant à une allure modérée, la main opérant une traction sur un poids par l'intermédiaire d'un petit trapèze, d'une corde et d'une poulie. Sur les deux images, les deux segments du membre forment un angle bien près de l'angle droit, mais sur l'une (1) le membre se fléchit, sur l'autre (2) il s'étend.

Les autres figures sont empruntées à deux séries déjà mises à contribution dans la planche précédente, 3 et 4 à la série du mouvement très rapide et 5 et 6 à la série du mouvement lent.

On peut remarquer que le modelé est si analogue sur les figures 1 et 2 que sur ces deux images, comme sur celles de la planche précédente, qui portent les nos 1, 2, 3 et 4, il est impossible de dire, par la seule inspection des formes, de quel côté le membre s'ouvre et de quel côté il se ferme.

Les figures 3, 4, 5 et 6 ont été mises là pour mettre en lumière le fait paradoxal suivant : dans le mouvement très rapide, lorsque le membre est à son degré de flexion extrême, le biceps (muscle fléchisseur) est relâché, de même lorsque le membre est arrivé à l'extension maxima, le triceps (muscle extenseur) n'est pas contracté davantage ; ce qui n'a point lieu lors du mouvement modéré, figures 5 et 6, sur lesquelles on peut voir, comme il est parfaitement naturel et logique, en 5, sur le membre fléchi, le biceps contracté, et en 6, sur le membre étendu, le triceps en contraction. (Voir pages 93 et suivantes la raison de ces curieux phénomènes.)



1. Flexion.



2. Extension.

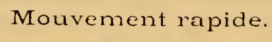
Mouvement avec traction.



3. Flexion.



4. Extension.



Mouvement rapide.



5. Flexion.



6. Extension.

Mouvement lent.

Mouvements de flexion et d'extension de l'avant-bras sur le bras. (Suite). — *(Cliché A. Londe).*

O. Doin, éditeur, Paris. — Imp. Berthaud.

PLANCHE III

Les figures de la planche III et celles de la planche suivante sont consacrées à l'étude des mouvements d'élévation et d'abaissement du bras en dehors. Comme les figures des planches précédentes elles sont extraites de séries chronophotographiques composées de 12 épreuves et exécutées dans des conditions analogues. Les figures 1 et 2 représentent deux phases du mouvement s'exécutant avec traction ; la main tire (dans la descente) ou retient (dans la montée) un poids attaché à l'extrémité d'une corde qui passe dans une poulie fixée plus haut. On peut remarquer qu'il n'y a pas opposition entre le membre qui monte et celui qui descend ; on retrouve dans l'une comme dans l'autre les mêmes reliefs, mais avec une très grande différence dans l'accentuation.

Au contraire, le contraste est frappant entre le membre qui descend et celui qui monte dans les figures suivantes empruntées à une série qui représente les mêmes mouvements exécutés avec une vitesse extrême.

La contraction très énergique du tiers postérieur du deltoïde ne s'observe que sur le membre qui descend. Et la seule inspection des figures permet d'indiquer le sens du mouvement. (Voir page 95.)

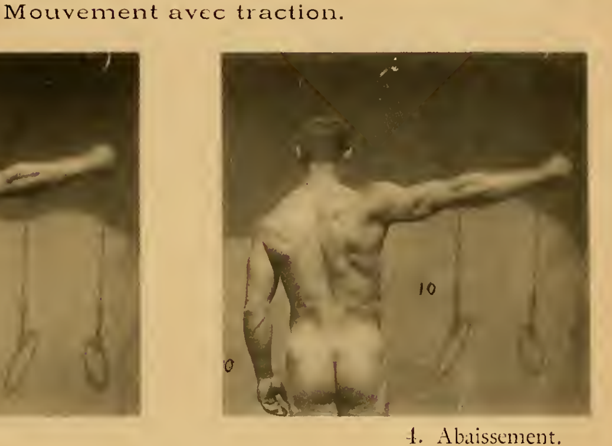




1. Élévation. 2. Abaissement.

Mouvement avec traction.





3. Élévation. 4. Abaissement.

Mouvement rapide.



5. Élévation. 6. Abaissement.

Mouvement rapide.

Mouvements d'élévation et d'abaissement du bras en dehors. — *(Cliché A. Londe.)*

O. Doin, éditeur, Paris. — Imp. Berthaud.

PLANCHE IV

Les figures de la planche IV complètent celles de la planche précédente. Elles ne représentent que le haut du mouvement pour ainsi dire. En 3 et en 6 le bras achève son élévation, en 2 et en 5 il est arrivé au point le plus élevé, en 1 et en 4 il commence la descente. Les figures 1, 2 et 3 ont rapport au mouvement exécuté avec lenteur, les figures 4, 5 et 6 ont trait au mouvement exécuté avec une grande rapidité.

Dans le mouvement lent, on remarque qu'il n'y a aucune différence entre 1 et 3, c'est-à-dire qu'il est impossible, par le seul examen des formes, de savoir si le membre monte et descend, la contraction s'observe toujours, dans l'un comme dans l'autre cas, sur le tiers moyen du deltoïde dont l'action est élévatrice, et jamais au tiers postérieur qui est abaisseur. Dans le mouvement rapide, au contraire, le tiers postérieur intervient avec la dernière évidence, comme on le voit sur la figure 4.

Je ferai remarquer, en outre, comment la contraction de la portion élevatrice du deltoïde, si nette sur les trois figures du mouvement lent, n'existe plus sur celles correspondantes du mouvement très rapide. (Voir page 95.)

Il résulte de ceci que, si le mouvement est très rapide, il est possible de distinguer, d'après le modelé du deltoïde, le sens du mouvement; ce qui ne saurait avoir lieu si le mouvement est lent. Il est également possible, d'après la forme du même muscle, de juger de la rapidité ou de la lenteur du mouvement.



Mouvement lent : 1. Abaissement. — 2. Point mort. — 3. Élévation.

Mouvemt rapide : 4. Abaissement. — 5. Point mort. — 6. Élévation.

Mouvements d'élévation et d'abaissement du bras en dehors. (Suite.) — *(Cliché A. Londe)*

PLANCHE V

Série chronophotographique composée de 12 épreuves successives prises à intervalles égaux et rapprochés, d'après un homme marchant sur un terrain horizontal et sur une piste perpendiculaire à l'axe de l'appareil.



Marche sur terrain horizontal. — *(Cliché A. Londe.)*

VUE LATÉRALE

O. Doin, éditeur, Paris. — Imp. Berthaud.

PLANCHE VI

Série chronophotographique prise dans les mêmes conditions que la précédente avec cette différence que l'homme sur lequel est braqué l'appareil vient directement sur celui-ci. Cette série n'a pu être obtenue que grâce à la profondeur du foyer des objectifs qui permet à l'image de conserver sa netteté malgré le rapprochement de l'objet. On peut remarquer qu'au fur et à mesure que l'homme se rapproche de l'appareil, l'image, tout en demeurant nette, change de dimensions et grandit.

ÉVREUX, IMPRIMERIE DE CHARLES HÉRISSEY


BOSTON PUBLIC LIBRARY
3 9999 06662 520 1